

09/889141

Rec'd PCT/PTO 12 JUL 2001

DOCKET NO.: 211141 US

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: HATA Hiroshi et al.

SERIAL NO.: NEW U.S. PCT APPLICATION

FILED: HEREWITH

INTERNATIONAL APPLICATION NO.: PCT/JP00/00117

INTERNATIONAL FILING DATE: January 12, 2000

FOR: POWER OUTPUT APPARATUS, HYBRID VEHICLE, AND METHOD OF CONTROLLING THE HYBRID VEHICLE

REQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119
AND THE INTERNATIONAL CONVENTION

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicant claims as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NO</u>	<u>DAY/MONTH/YEAR</u>
Japan	11-005913	13 January 1999

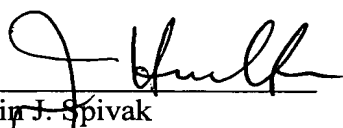
Certified copies of the corresponding Convention application(s) were submitted to the International Bureau in PCT Application No. PCT/JP00/00117. Receipt of the certified copy(s) by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

Respectfully submitted,
OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.



22850

(703) 413-3000
Fax No. (703) 413-2220
(OSMMN 1/97)


Marvin J. Spivak
Attorney of Record
Registration No. 24,913
Surinder Sachar
Registration No. 34,423

James D. Hamilton
Registration No. 28,421

THIS PAGE BLANK (US)

09/889141
PCT/JP00/00117

日本国特許庁

12.01.00

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

REC'D 03 MAR 2000

SP00/117

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日

Date of Application:

1999年 1月13日

出願番号

Application Number:

平成11年特許願第005913号

出願人

Applicant(s):

トヨタ自動車株式会社

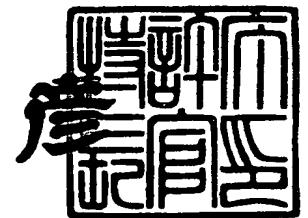
PRIORITY
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2000年 2月18日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近藤 隆彦



出証番号 出証特2000-3006957

【書類名】 特許願

【整理番号】 PA14C661

【提出日】 平成11年 1月13日

【あて先】 特許庁長官 伊佐山 建志 殿

【国際特許分類】 B60L 11/14
B60K 6/00

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

 【氏名】 畑 祐志

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

 【氏名】 松井 英昭

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

 【氏名】 茨木 隆次

【特許出願人】

 【識別番号】 000003207

 【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100096817

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 五十嵐 孝雄

 【電話番号】 052-218-5061

【選任した代理人】

 【識別番号】 100097146

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 下出 隆史

【選任した代理人】

 【識別番号】 100102750

【弁理士】

【氏名又は名称】 市川 浩

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 007847

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9708410

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 動力出力装置およびハイブリッド車両並びにその制御方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも 2 つの回転軸を有し、電力のやりとりによって両回転軸間で伝達される動力の大きさを調整可能な動力調整装置と、電動機とを、エンジンの出力軸と駆動軸との間に直列に備え、駆動軸から動力を出力可能な動力出力装置であって、

前記動力調整装置と電動機との結合および切り離しを行う結合機構と、

前記動力調整装置のいずれかの回転軸を保持することによって、前記切り離しが行われた場合における前記動力調整装置での電力と動力との変換を可能とする保持機構とを備える動力出力装置。

【請求項 2】 前記動力調整装置は、相対的に回転可能な 2 つのロータを有する対ロータ電動機である請求項 1 記載の動力出力装置。

【請求項 3】 前記動力調整装置は、3 つの回転軸を有するプラネタリギヤと、該回転軸の一つに結合された電動発電機とを有する装置である請求項 1 記載の動力出力装置。

【請求項 4】 前記保持機構は、前記プラネタリギヤの残余の 2 つの回転軸を相互に結合する機構である請求項 3 記載の動力出力装置。

【請求項 5】 前記保持機構は、前記動力調整装置に備えられた回転軸のうち、前記結合機構に結合された回転軸の回転を拘束する機構である請求項 1 記載の動力出力装置。

【請求項 6】 少なくとも 2 つの回転軸を有し、電力のやりとりによって両回転軸間で伝達される動力の大きさを調整可能な動力調整装置と、電動機とを、エンジンの出力軸と駆動軸との間に直列に備え、駆動軸から動力を出力して走行可能なハイブリッド車両であって、

前記動力調整装置と電動機との結合および切り離しを行う結合機構と、

前記動力調整装置のいずれかの回転軸を保持することによって、前記切り離しが行われた場合における前記動力調整装置での電力と動力との変換を可能とする保持機構とを備えるハイブリッド車両。

【請求項 7】 前記動力調整装置は、相対的に回転可能な 2 つのロータを有する対ロータ電動機である請求項 6 記載のハイブリッド車両。

【請求項 8】 前記動力調整装置は、3 つの回転軸を有するプラネタリギヤと、該回転軸の一つに結合された電動発電機とを有する装置である請求項 6 記載のハイブリッド車両。

【請求項 9】 前記保持機構は、前記プラネタリギヤの残余の 2 つの回転軸を相互に結合する機構である請求項 8 記載のハイブリッド車両。

【請求項 10】 前記保持機構は、前記動力調整装置に備えられた回転軸のうち、前記結合機構に結合された回転軸の回転を拘束する機構である請求項 6 記載のハイブリッド車両。

【請求項 11】 請求項 6 記載のハイブリッド車両であって、
該車両の運転状態に関与した所定のパラメータを検出する検出手段と、
該検出結果に応じて前記結合機構および前記保持機構を制御して前記動力調整装置と前記電動機との結合状態を切り替える制御手段とを備えるハイブリッド車両。

【請求項 12】 請求項 11 記載のハイブリッド車両であって、
前記制御手段は、車両の運転状態に対し運転効率の高い結合状態を実現する手段であるハイブリッド車両。

【請求項 13】 請求項 11 記載のハイブリッド車両であって、
前記検出手段は、シフトポジションが後退ポジションにあるか否かを検出する手段であり、

前記制御手段は、後退ポジションにあることが検出された場合に、前記結合機構の切り離しを行う手段であるハイブリッド車両。

【請求項 14】 請求項 11 記載のハイブリッド車両であって、
前記検出手段は、停車中である否かを検出する手段であり、
前記制御手段は、停車中であることが検出された場合に、前記結合機構の切り離しを行う手段であるハイブリッド車両。

【請求項 15】 請求項 11 記載のハイブリッド車両であって、
前記検出手段は、前記エンジンのモータリングを行うべき運転状態にあるか否

かを検出する手段であり、

前記制御手段は、該運転状態にあることが検出された場合に、前記結合機構の切り離しを行う手段であるハイブリッド車両。

【請求項 1 6】 請求項 1 1 記載のハイブリッド車両であって、

前記検出手段は、前記エンジンの運転を停止すべき運転状態にあるか否かを検出する手段であり、

前記制御手段は、該運転状態にあることが検出された場合に、前記結合機構の切り離しを行う手段であるハイブリッド車両。

【請求項 1 7】 請求項 1 1 記載のハイブリッド車両であって、

前記動力調整装置は、3つの回転軸を有するプラネタリギヤと、該回転軸の一つに結合された電動発電機とを有する装置であり、

前記保持機構は、前記プラネタリギヤの残余の2つの回転軸を相互に結合する機構であるとともに、

前記検出手段は、前記駆動軸から出力すべき要求トルクを検出する手段であり、

前記制御手段は、要求トルクが所定値以上であるときは、前記結合機構および前記保持機構の双方を結合状態とする手段であるハイブリッド車両。

【請求項 1 8】 請求項 1 1 記載のハイブリッド車両であって、

前記エンジンの出力軸および前記駆動軸の少なくとも一方について共振が生じているか否かを検出する共振検出手段と、

該共振が検出された場合には、前記結合機構および前記保持機構を制御して、該共振が生じている軸のトルクを抑制する共振抑制制御手段とを備えるハイブリッド車両。

【請求項 1 9】 請求項 1 8 記載のハイブリッド車両であって、

前記共振抑制制御手段は、前記共振が生じている軸のトルクを、該軸のねじれ強さ以下に抑制する手段であるハイブリッド車両。

【請求項 2 0】 請求項 1 8 記載のハイブリッド車両であって、

前記共振抑制制御手段は、前記共振が生じている軸のトルクを、車両に振動が生じないトルクに抑制する手段であるハイブリッド車両。

【請求項 2 1】 請求項 1 8 記載のハイブリッド車両であって、
前記動力調整装置は、前記エンジン側に結合されており、
前記共振検出手段は、前記結合機構が切り離し状態、前記保持機構が保持状態
において、前記エンジンの出力軸に共振が生じているか否かを検出する手段であ
り、
前記共振抑制制御手段は、該共振が検出された場合には、前記保持機構の保持
力を低減する手段であるハイブリッド車両。

【請求項 2 2】 請求項 2 1 記載のハイブリッド車両であって、
前記共振検出手段は、前記エンジンがモータリングされている場合において、
前記共振を検出する手段であり、
前記共振抑制制御手段は、前記エンジンをモータリング可能なトルクが前記出
力軸に付加可能な範囲で前記保持機構の保持力を低減する手段であるハイブリッ
ド車両。

【請求項 2 3】 請求項 1 8 記載のハイブリッド車両であって、
前記共振検出手段は、前記結合機構が結合状態である場合において、前記駆動
軸に共振が生じているか否かを検出する手段であり、
前記共振抑制制御手段は、該共振が検出された場合には、前記結合機構の結合
力を低減する手段であるハイブリッド車両。

【請求項 2 4】 請求項 2 3 記載のハイブリッド車両であって、
前記共振検出手段は、該ハイブリッド車両の制動時において前記共振を検出す
る手段であり、
前記共振抑制手段は、前記動力調整装置と前記電動機のうちエンジンに近い側
に結合されているものによる最大の回生トルク以上のトルクを伝達可能な範囲で
前記結合機構の結合力を低減する手段であるハイブリッド車両。

【請求項 2 5】 請求項 1 1 記載のハイブリッド車両であって、
該車両が走行するものとして予め設定された経路の状態について、車両の走行
状態に関与する所定の情報を入力する経路情報入力手段を備え、
前記制御手段は、該経路情報をも考慮して前記切り替えを行う手段であるハイ
ブリッド車両。

【請求項 2 6】 少なくとも 2 つの回転軸を有し、電力のやりとりによって両回転軸間で伝達される動力の大きさを調整可能な動力調整装置と、電動機とを、エンジンの出力軸と駆動軸との間に直列に備えるとともに、前記動力調整装置と電動機との結合および切り離しを行う結合機構と、前記動力調整装置のいずれかの回転軸を保持することによって、前記切り離しが行われた場合における前記動力調整装置での電力と動力との変換を可能とする保持機構とを備えるハイブリッド車両の制御方法であって、

- (a) 該車両の運転状態に関与した所定のパラメータを検出する工程と、
- (b) 該検出結果に応じて前記動力調整装置と前記電動機との結合状態を設定する工程と、
- (c) 前記結合機構と前記保持機構とを制御して、前記結合状態を実現する工程とを備える制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、動力源としてエンジンと電動機とを備えるとともに、前記電動機と前記エンジンとの結合状態を切り替え可能な動力出力装置、ハイブリッド車両およびその制御方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

近年、エンジンと電動機とを動力源とするハイブリッド車両が提案されている。ハイブリッド車両には、大きく分けてシリーズハイブリッド車両と平行ハイブリッド車両とがある。シリーズハイブリッド車両とは、エンジンからの動力を発電機により全て電力に変換し、そこで得られた電力で駆動軸に結合された電動機を駆動するハイブリッド車両である。平行ハイブリッド車両とは、エンジンから出力された動力を 2 つに分配し、一部を機械的な動力のまま駆動軸に出力するとともに、残余を電力に変換して駆動軸に出力するハイブリッド車両である。

【0 0 0 3】

シリーズハイブリッド車両は、駆動軸に結合された電動機を駆動するために必要となる電力を供給可能な運転状態のうち、最も効率のよい運転状態を選択してエンジンを運転することができるため、車両の運転状態に関わらず高い運転効率でハイブリッド車両を運転することができる利点がある。

【0004】

パラレルハイブリッド車両は、エンジンから出力された動力の一部を機械的な動力のまま駆動軸に伝達することができるため、電力への変換による損失を伴わない。従って、シリーズハイブリッド車両よりも更に高い運転効率を実現することが可能である。その一方でパラレルハイブリッド車両は、高い運転効率で車両を運転するための制御がシリーズハイブリッド車両に比較して複雑になりがちである。また、車両の運転状態によっては、動力を伝達する際の損失が大きくなり、運転効率が低下することもある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

従来のハイブリッド車両は、シリーズハイブリッドまたはパラレルハイブリッドのいずれかの構成に固定されていた。両者の長所を同時に活かす技術については何ら検討されていなかった。このため、従来のハイブリッド車両には、運転効率等に関し、更に改善を図る余地が残されていた。かかる課題は、車両のみならずハイブリッド式の動力出力装置一般に共通の課題であった。

【0006】

本発明はかかる課題を解決するためになされたものであり、シリーズハイブリッドとパラレルハイブリッドの長所を兼ね備えたハイブリッド式の動力出力装置およびハイブリッド車両を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】

本発明は、上述の目的の少なくとも一部を達成するために以下の手段を採った。

本発明の動力出力装置は、

少なくとも2つの回転軸を有し、電力のやりとりによって両回転軸間で伝達さ

れる動力の大きさを調整可能な動力調整装置と、電動機とを、エンジンの出力軸と駆動軸との間に直列に備え、駆動軸から動力を出力可能な動力出力装置であって、

前記動力調整装置と電動機との結合および切り離しを行う結合機構と、

前記動力調整装置のいずれかの回転軸を保持することによって、前記切り離しが行われた場合における前記動力調整装置での電力と動力との変換を可能とする保持機構とを備えることを要旨とする。

【 0 0 0 8 】

かかる動力出力装置によれば、前記結合機構を結合することにより、エンジンから出力された動力を駆動軸に伝達可能な平行式の動力出力装置を構成することが可能となる。一方、前記結合機構を切り離すと、エンジンから出力された動力を駆動軸に直接は伝達することができなくなる。この際、前記保持機構によって前記動力調整装置での電力と動力との変換を可能とすれば、エンジンから出力された動力を一旦全て電力に変換した上で駆動軸から出力するシリーズ式の動力出力装置を構成することができる。従って、上記動力出力装置によれば、両者の結合状態を適宜使い分けることにより、平行式の動力出力装置の利点とシリーズ式の動力出力装置の利点とを兼ね備えた運転を実現することが可能となる。

【 0 0 0 9 】

本発明の動力出力装置は、より具体的には、2つの構成が挙げられる。エンジン側から駆動軸側に向けて、「エンジン、動力調整装置および保持機構、結合機構、電動機、駆動軸」の順に備えられた第1の構成と、「エンジン、電動機、結合機構、動力調整装置および保持機構、駆動軸」の順に備えられた第2の構成である。第1の構成において、結合機構を切り離した場合には、エンジンから出力された動力を動力調整装置によって電力に変換するとともに、該電力の供給を受けて電動機を力行するシリーズ式の動力出力装置が構成される。第2の構成において、結合機構を切り離した場合には、エンジンから出力された動力を電動機によって電力に変換するとともに、該電力の供給を受けて動力調整装置を力行するシリーズ式の動力出力装置が構成される。本発明はいずれの構成を採用するもの

としても構わない。

【0010】

本発明の動力出力装置において、

前記動力調整装置は、相対的に回転可能な2つのロータを有する対ロータ電動機であるものとしてもよいし、

前記動力調整装置は、3つの回転軸を有するプラネタリギヤと、該回転軸の一つに結合された電動発電機とを有する装置であるものとしてもよい。

もちろん、上述の機能を奏する装置であれば、その他の構成を適用するものとしても構わない。

【0011】

これらの装置は、次に示す作用により、動力調整装置として機能する。対ロータ電動機では、両ロータ間の電磁的な結合によって一方のロータから他方のロータに機械的な動力を伝達することができる。また、両ロータ間に滑りが生じている場合には、該滑りに応じた電力を回生することによって、動力を低減して他方のロータに伝達することもできる。逆に電力を供給して対ロータ電動機を力行すれば、動力を増して他方のロータに伝達することも可能である。

【0012】

後者の構成では、プラネタリギヤの作用に基づいて以下に示す動力の調整を行うことができる。プラネタリギヤは、遊星歯車とも呼ばれ、3つの回転軸のうち2つの回転軸の回転状態が決定されると残余の回転軸の回転状態が一義的に決定される機械的性質を有している。プラネタリギヤに一の回転軸から動力が入力されると、該動力は電動発電機に伝達される動力と、残余の回転軸に伝達される動力とに分配される。電動発電機に伝達された動力は、電力として回生可能である。従って、上述の構成によれば、プラネタリギヤに入力された動力の一部を電力として回生することによって、機械的な動力として伝達される動力の大きさを低減することができる。また、電力を供給して電動発電機を力行すれば、プラネタリギヤに入力された動力を増して伝達することもできる。

【0013】

本発明の動力出力装置において、

前記動力調整装置としてプラネタリギヤを用いた装置を適用している場合には、前記保持機構は、前記プラネタリギヤの残余の2つの回転軸を相互に結合する機構であるものとすることができる。

【0014】

先に説明した通り、プラネタリギヤには3つの回転軸がある。本発明の動力出力装置では、第1の回転軸は電動発電機、第2の回転軸は結合手段、第3の回転軸はエンジンの出力軸または駆動軸にそれぞれ結合されている。かかる結合状態において、結合手段が切り離された場合を考える。結合手段が切り離された状態では、第2の回転軸の回転状態は拘束されない。プラネタリギヤは2つの回転軸の回転状態が決定された場合に残余の回転軸の回転状態が決定される機械的性質を有しているから、第2の回転軸の回転状態が決まらない状況下では、第1の回転軸と第3の回転軸との間で動力をやりとりする場合、動力を受け取る側の回転軸の回転状態は決まらない。

【0015】

上述の保持機構によれば、プラネタリギヤの残余の2つの回転軸、即ち第2の回転軸と第3の回転軸とを結合する。このため、第2の回転軸の回転状態は第3の回転軸の回転状態に拘束され、一体的に回転する。この結果、第2の回転軸の回転状態が決定されるため、第1の回転軸と第3の回転軸との間での動力のやりとりが可能となる。なお、両回転軸を結合する手段としては、クラッチやギヤなど種々の方法を適用することができる。

【0016】

また、前記保持機構は、前記動力調整装置に備えられた回転軸のうち、前記結合機構に結合された回転軸の回転を拘束する機構であるものとしてもよい。

かかる保持機構は、いずれの構成からなる動力調整装置を備える場合でも適用可能である利点がある。

【0017】

本発明のハイブリッド車両は、

少なくとも2つの回転軸を有し、電力のやりとりによって両回転軸間で伝達される動力の大きさを調整可能な動力調整装置と、電動機とを、エンジンの出力軸

と駆動軸との間に直列に備え、駆動軸から動力を出力して走行可能なハイブリッド車両であって、

前記動力調整装置と電動機との結合および切り離しを行う結合機構と、

前記動力調整装置のいずれかの回転軸を保持することによって、前記切り離しが行われた場合における前記動力調整装置での電力と動力との変換を可能とする保持機構とを備えることを要旨とする。

【0018】

かかるハイブリッド車両によれば、先に動力出力装置について説明したのと同様、パラレルハイブリッド車両とシリーズハイブリッド車両の双方の構成を実現することができる。従って、車両の走行状態等に応じて両者を適宜使い分けることにより、パラレルハイブリッド車両とシリーズハイブリッド車両の双方の利点を活かした運転を実現することが可能となる。

【0019】

かかるハイブリッド車両においても、動力出力装置と同様、

前記動力調整装置は、相対的に回転可能な2つのロータを有する対ロータ電動機であるものとしてもよいし、

前記動力調整装置は、3つの回転軸を有するプラネタリギヤと、該回転軸の一つに結合された電動発電機とを有する装置であるものとしてもよい。

【0020】

また、前記保持機構は、前記プラネタリギヤの残余の2つの回転軸を相互に結合する機構であるものとしてもよいし、

前記保持機構は、前記動力調整装置に備えられた回転軸のうち、前記結合機構に結合された回転軸の回転を拘束する機構であるものとしてもよい。

【0021】

本発明のハイブリッド車両においては、前記結合機構および保持機構をそれぞれ又は両者を連動させて手動により切り替えるものとすることもできるが、

該車両の運転状態に関与した所定のパラメータを検出する検出手段と、

該検出結果に応じて前記結合機構および前記保持機構を制御して前記動力調整装置と前記電動機との結合状態を切り替える制御手段とを備えるものとする

が望ましい。

こうすれば、運転者に格別の負担を強いることなく、車両の運転状態に応じて適切な結合状態を使い分けることができ、パラレルハイブリッド車両とシリーズハイブリッド車両の利点を十分に活用することが可能となる。

【 0 0 2 2 】

かかる制御手段を有するハイブリッド車両において、結合状態の切り替えは種々の制御態様で実現することができる。

第 1 の態様として、前記制御手段は、車両の運転状態に対し運転効率の高い結合状態を実現する手段であるものとすることができる。

【 0 0 2 3 】

シリーズハイブリッド車両は、必要な動力を出力し得る運転状態のうち運転効率の良い状態を選択してエンジンを運転することができるため、車両の走行状態に関わらず比較的安定して高い運転効率を得ることができる。但し、エンジンから出力された動力を一旦電力に置換した後、電動機等によって再度機械的な動力に変換して駆動軸から出力するため、これらの変換に伴う損失が生じる。パラレルハイブリッド車両も運転効率の良い状態を選択してエンジンを運転することができるとともに、エンジンから出力された動力の一部を機械的な動力のままで駆動軸に伝達することができるため、シリーズハイブリッド車両よりも高い運転効率を得ることができる。但し、車両の走行状態によっては、以下に示す動力の循環が生じ、運転効率が低下することがある。

【 0 0 2 4 】

最初に、電動機を駆動軸に結合した構成、即ちエンジン側から、「エンジン、動力調整装置および保持機構、結合機構、電動機、駆動軸」の順に備えられた第 1 の構成について動力の循環が生じる理由を説明する。図 3 4 は、かかるハイブリッド車両の構成例を示す説明図である。このハイブリッド車両では、動力調整装置としてプラネタリギヤ P G と発電機 G とを組み合わせた機構を用いている。プラネタリギヤ P G とは、遊星歯車とも呼ばれ中心で回転するサンギヤ S G、サンギヤの周辺を自転しながら公転するプラネタリピニオンギヤ P C、さらにその外周で回転するリングギヤ R G の 3 つのギヤから構成されている。図 3 4 のハイ

ブリッド車両では、エンジンのクランクシャフトCSはプラネタリキャリアPCに結合されている。発電機GはサンギヤSGに結合されている。電動機AMはリングギヤRGに結合されている。リングギヤRGは、駆動軸DSにも結合されている。

【0025】

かかるハイブリッド車両における動力の伝達の様子を図35および図36に基づいて説明する。図35はアンダードライブ時、即ちエンジンから出力された動力について、回転数とトルクの積を一定に維持した条件下で、回転数を低減するとともにトルクを増大して駆動軸DSから出力する状態での動力の流れを模式的に示す説明図である。エンジンから出力された動力PU1は、プラネタリギヤPGのギヤ比に応じて2つに分配される。サンギヤSGに結合された発電機Gの回転数およびトルクを制御することによって、リングギヤRGには目標回転数と一致した回転数の動力PU2が伝達される。アンダードライブ時には、目標回転数<エンジンの回転数であるから、動力PU2はエンジンから出力された動力PU1よりも小さい。サンギヤSGにはエンジンから出力された動力のうち残余の動力が伝達される。この動力は、サンギヤSGに結合された発電機Gにより電力EUとして回生される。この電力によって電動機AMを力行し、不足分のトルクを調整すると、要求された回転数およびトルクからなる動力PU3が駆動軸DSに出力される。

【0026】

図36はオーバードライブ時、即ちクランクシャフトCSの回転を増大するとともにトルクを低減して駆動軸DSから出力する状態での動力の流れを模式的に示す説明図である。このときは、エンジンEGから出力された動力PU1は、サンギヤSGに結合された発電機Gを力行することによって回転数が増速された動力PU3としてリングギヤRGに伝達される。次に、アシストモータAMで負荷を与えることにより、余剰のトルクを調整することによって、要求された回転数およびトルクからなる動力PU4が駆動軸DSに出力される。アシストモータAMでは動力PU4の一部を電力EU2として回生することによって負荷を与える。この電力EU2は発電機Gの力行に用いられる。

【 0 0 2 7 】

両者を比較すると、アンダードライブ時では、エンジンから出力された動力が駆動軸 D S に伝達される経路において、上流側に位置する発電機 G で回生された電力が下流側に位置する電動機 A M に供給される。オーバードライブ時には、逆に、下流側に位置する電動機 A M で回生された電力が上流側に位置する発電機 G に供給される。発電機 G に供給された電力は、再び機械的な動力として下流側に位置する電動機 A M に伝達される。こうしてオーバードライブ時には、図示する通り、動力の循環 $\gamma 1$ が生じる。かかる循環 $\gamma 1$ が生じると、エンジン E G から出力された動力のうち、有効に駆動軸 D S に伝達される動力が低減するため、ハイブリッド車両の運転効率は低下する。

【 0 0 2 8 】

なお、駆動軸の回転数がエンジンの回転数よりも高い領域で必ず動力の循環が生じるとは限らない。プラネタリギヤのギヤ比によって動力の循環が生じ始める回転数の関係は相違する。本明細書では、電動機を駆動軸側に結合した構成において、駆動軸の回転数がエンジンの回転数よりも高い状態のうち、動力の循環が生じている状態をオーバードライブと呼ぶものとする。

【 0 0 2 9 】

次に、電動機をエンジン側に結合した場合の構成、即ちエンジン側から「エンジン、電動機、動力調整装置、駆動軸」の順に備えるハイブリッド車両の構成を図 3 7 に示す。プラネタリギヤ P G のサンギヤ S G に発電機 G が結合され、プラネタリキャリア P C にエンジンのクランクシャフトが結合され、リングギヤ R G に駆動軸 D S が結合されている点では、図 3 4 の構成と同一である。図 3 7 の構成では、電動機 A M がクランクシャフトに結合されている点で相違する。

【 0 0 3 0 】

かかる構成のハイブリッド車両における動力の伝達の様子を図 3 8 および図 3 9 に示す。図 3 8 はアンダードライブ時の動力の伝達の様子を示し、図 3 9 はオーバードライブ時の動力の伝達の様子を示している。かかる構成では、電動機を駆動軸側に結合した場合とは逆の現象が起きる。アンダードライブ時には、下流側に位置する発電機 G で回生された電力 E O 1 が上流側に位置する電動機 A M に

供給される。オーバードライブ時には、上流側に位置するアシストモータAMにより回生されたEO₂が下流側に位置する発電機Gに供給される。従って、電動機をエンジンの出力軸に結合した状態では、アンダードライブ時に図39に示す動力の循環 γ 2が生じ、ハイブリッド車両の運転効率は低下する。本明細書では、電動機がエンジン側に結合された構成において、駆動軸の回転数がエンジンの回転数よりも低い状態のうち、動力の循環が生じる状態をアンダードライブと呼ぶものとする。

【0031】

このようにパラレルハイブリッド車両は、上述の第1の構成および第2の構成のいずれを採用しても、車両の走行状態によって動力の循環が生じ、運転効率が低下していた。本発明のハイブリッド車両によれば、かかる点に鑑み、車両の走行状態に応じて、シリーズハイブリッド車両の構成と、パラレルハイブリッド車両との構成との運転効率を比較し、より運転効率が高い構成で走行することが可能となる。従って、本発明のハイブリッド車両によれば、運転効率をより向上することが可能となる。

【0032】

第2の態様として、

前記検出手段は、シフトポジションが後退ポジションにあるか否かを検出する手段であり、

前記制御手段は、後退ポジションにあることが検出された場合に、前記結合機構の切り離しを行う手段であるものとすることができる。

【0033】

かかるハイブリッド車両は、シフトポジションが後退ポジションにある場合、即ち車両が後進すべき状態にあるときに、前記結合機構を切り離してシリーズハイブリッド車両の構成とする。かかる制御を行うことにより、以下に示す理由から、ハイブリッド車両は後進時に十分なトルクを出力して、かつ滑らかな走行を行うことが可能となる。

【0034】

既に説明した通り、パラレルハイブリッド車両は、エンジンから出力された動

力の一部をそのまま駆動軸に出力することができる。エンジンは車両が前進中であるか後進中であるかに関わらず一方向に回転するのが通常である。従って、パラレルハイブリッド車両では、後進時にエンジンから出力される機械的な動力を逆転方向に変換して出力する必要がある。かかる変換は、動力調整装置および電動機の回転数を制御することにより不可能ではないが、エンジンから車両を前進させる方向に出力されるトルクを相殺する分、駆動軸から出力されるトルクが低くならざるを得ない。また、エンジン、動力調整装置、電動機の3者の精緻なバランスが要求されるため、例えばエンジンからのトルクに変動が生じた場合に駆動軸に出力されるトルク変動が生じやすく、乗り心地を損ねやすい。

【0035】

上述のハイブリッド車両によれば、後進時にシリーズハイブリッド車両の構成を採ることによって、エンジンから出力される動力が直接駆動軸に伝達されなくなる。後進時は駆動軸に結合された動力調整装置または電動機を逆転させることにより容易に制御することが可能となる。また、エンジンからのトルクを相殺する必要がないため、動力調整装置または電動機から十分な後進トルクを出力することが可能となる。

【0036】

第3の態様として、

前記検出手段は、停車中である否かを検出する手段であり、

前記制御手段は、停車中であることが検出された場合に、前記結合機構の切り離しを行う手段であるものとすることができる。

【0037】

かかるハイブリッド車両では、停車中に結合機構を切り離すことによって、シリーズハイブリッド車両の構成を採る。こうすることによって、上記ハイブリッド車両は、停車中にエンジンが始動または停止された場合、以下に示す通り、駆動軸にトルク変動が生じることを回避でき、乗り心地を大きく向上することができる。

【0038】

ハイブリッド車両は、バッテリーの充電状態などに応じて停車中にエンジンを運

転したり停止したりする。パラレルハイブリッド車両では、動力調整装置の機能によって停車中であっても駆動軸に動力を出力することなくエンジンを運転することができる。例えば、図34の構成では、エンジンから出力された動力のうちプラネタリギヤPGのリングギヤRGに伝達されるトルクを相殺するトルクをアシストモータAMから出力すればよい。この際、エンジンから出力された動力は、発電機Gによって電力として回生される。従って、停車中にエンジンを運転すれば、回生電力によってバッテリーを充電することができる。バッテリーが十分充電されている状態にある場合は、エンジンの運転を停止することにより、燃料の消費を抑制することができる。シリーズハイブリッド車両も同様の運転が可能である。

【0039】

ここで、パラレルハイブリッド車両の構成では、エンジンの始動および停止が行われると、駆動軸に伝達されるトルクが変動する。駆動軸に結合されたアシストモータAMをかかると変動に完全に追随して制御し、駆動軸に伝達されるトルクを相殺することは非常に困難である。従って、パラレルハイブリッド車両では、停車中にエンジンの始動または停止が行われると、車両の振動が生じ、乗り心地を損ねることがある。上述のハイブリッド車両によれば、停車中はシリーズハイブリッド車両の構成を採るため、エンジンの始動および停止にともなうトルク変動が駆動軸に伝達されることを回避することができ、停車中の乗り心地を大きく向上することができる。

【0040】

なお、第3の態様では、車両が停車中はバッテリーの充電状態に関わらずシリーズハイブリッド車両の構成を採るものとしたが、車両が停車中であるという条件と、バッテリーの充電容量が所定の範囲にあるという条件の双方を満足する場合にシリーズハイブリッド車両の構成を採るものとしてもよい。所定の範囲とは、エンジンの始動および停止が行われる範囲となる。かかる制御を行えば、停車中であってもバッテリーの充電状態によってはパラレルハイブリッド車両の構成を採ることができ、例えば、シリーズハイブリッド車両からパラレルハイブリッド車両への切り替えを経ることなく滑らかな加速が期待できる等の利点を得ることができ

る。

【0041】

第4の態様として、

前記検出手段は、前記エンジンのモータリングを行うべき運転状態にあるか否かを検出する手段であり、

前記制御手段は、該運転状態にあることが検出された場合に、前記結合機構の切り離しを行う手段であるものとすることができる。

【0042】

また、第5の態様として、

前記検出手段は、前記エンジンの運転を停止すべき運転状態にあるか否かを検出する手段であり、

前記制御手段は、該運転状態にあることが検出された場合に、前記結合機構の切り離しを行う手段であるものとすることができる。

【0043】

第4の態様および第5の態様によれば、エンジンのモータリング即ち始動および停止を行う場合にシリーズハイブリッド車両の構成を採ることができる。先に説明した通り、パラレルハイブリッド車両の構成において、エンジンの始動および停止を行えば、その際のトルク変動が駆動軸に伝達されるため、車両の振動が生じ、乗り心地を損ねることになる。上記ハイブリッド車両によれば、かかる場合にシリーズハイブリッド車両の構成を採ることによって、エンジンのトルク変動が駆動軸に伝達されることを回避できるため、エンジンの始動および停止時の乗り心地を大きく向上することができる。

【0044】

なお、第4の態様および第5の態様では、車両が停車中であるか否かに関わらず、エンジンの始動および停止時にはシリーズハイブリッド車両の構成を採るものとした。これに対して、車両が停車中または微速で走行している場合において、エンジンが始動または停止される時にのみシリーズハイブリッド車両の構成を採るものとしてもよい。車両が走行している際には運転者および乗員は車両の振動をそれほど敏感には感じないのが通常である。従って、車両が停車中または微

速で走行している場合にのみシリーズハイブリッド車両の構成を採るものとするれば、パラレルハイブリッド車両の構成で走行中にエンジンの始動または停止が行われる度にシリーズハイブリッド車両への切り替えが生じることを回避でき、滑らかな走行を実現することができる利点がある。

【 0 0 4 5 】

第 6 の態様として、

前記動力調整装置は、3つの回転軸を有するプラネタリギヤと、該回転軸の一つに結合された電動発電機とを有する装置であり、

前記保持機構は、前記プラネタリギヤの残余の2つの回転軸を相互に結合する機構であるハイブリッド車両である場合には、

前記検出手段は、前記駆動軸から出力すべき要求トルクを検出する手段であり、

前記制御手段は、要求トルクが所定値以上であるときは、前記結合機構および前記保持機構の双方を結合状態とする手段であるものとすることができる。

【 0 0 4 6 】

上述の構成を有するハイブリッド車両では、結合機構と保持機構の双方を結合することによって、エンジン、電動機、および電動発電機の三者から駆動軸に動力を出力することができる。上記ハイブリッド車両によれば、要求トルクが所定値以上であるときは、かかる結合状態にすることによって、三者からの動力を有効に活用して走行することができる。所定値とはこのように三者からの動力を駆動軸に出力することによって実現可能な要求トルクに基づいて設定された値を意味する。

【 0 0 4 7 】

第 7 の態様として、

前記エンジンの出力軸および前記駆動軸の少なくとも一方について共振が生じているか否かを検出する共振検出手段と、

該共振が検出された場合には、前記結合機構および前記保持機構を制御して、該共振が生じている軸のトルクを抑制する共振抑制制御手段とを備えるものとすることができる。

【 0 0 4 8 】

ハイブリッド車両では、エンジンの出力軸および駆動軸に結合された動力調整装置および電動機の慣性によって、これらの回転軸にいわゆるねじれ共振が生じることがある。かかるねじれ共振は、これらの回転軸に付加されるトルクが動力調整装置等の慣性力よりも大きい場合に回転軸に生じる弾性変形が原因の一つである。上記ハイブリッド車両によれば、かかる共振が検出された場合には、共振が生じている回転軸のトルクを抑制するように、結合機構および保持機構を制御することができ、共振を抑制することができる。

【 0 0 4 9 】

なお、結合機構および保持機構の制御は、回転軸のトルクを抑制可能なものであればよく、これらを切り離すものとしてもよいし、結合力を減じるものとしてもよい。また、共振抑制制御手段は、必ずしも結合機構および保持機構の双方を制御する必要はなく、共振を抑制するために適切な側を制御するものであればよい。

【 0 0 5 0 】

このように結合機構および保持機構を制御する場合には、

前記共振抑制制御手段は、前記共振が生じている軸のトルクを、該軸のねじれ強さ以下に抑制する手段であるものとすることが好ましい。

【 0 0 5 1 】

ねじれ強さとは、ねじれによって回転軸が破断する最大トルクをいう。かかるトルクは、回転軸を構成する材料および回転軸の断面形状に応じて予め設定することが可能である。このように制御することにより、少なくとも共振が生じている回転軸がねじれによって破断することを回避することができる。

【 0 0 5 2 】

また、前記共振抑制制御手段は、前記共振が生じている軸のトルクを、車両に振動が生じないトルクに抑制する手段であるものとすることも好ましい。

【 0 0 5 3 】

このように制御することによって車両の乗り心地を大きく向上することができる。なお、車両に振動が生じないトルクは、予め解析または実験によって設定す

ることが可能である。その他、車両の振動を感知する加速度センサ等からの出力に基づいて共振が生じている軸のトルクをフィードバック制御するものとしても構わない。

【 0 0 5 4 】

前記第 7 の態様、即ち共振を抑制するための制御を行う態様においては、
前記動力調整装置は、前記エンジン側に結合されており、
前記共振検出手段は、前記結合機構が切り離し状態、前記保持機構が保持状態において、前記エンジンの出力軸に共振が生じているか否かを検出する手段であり、

前記共振抑制制御手段は、該共振が検出された場合には、前記保持機構の保持力を低減する手段であるものとすることができる。

【 0 0 5 5 】

結合機構が切り離し状態、即ちシリーズハイブリッド車両の構成を採っている状態では、保持機構が動力調整装置のいずれかの回転軸の回転を拘束することによって、エンジンの出力軸にトルクが伝達可能となる。上述のハイブリッド車両によれば、この出力軸に共振が生じている場合に、保持機構の保持力を低減することによって、かかる共振を抑制することができる。

【 0 0 5 6 】

この場合において、

前記共振検出手段は、前記エンジンがモータリングされている場合において、前記共振を検出する手段であり、

前記共振抑制制御手段は、前記エンジンをモータリング可能なトルクが前記出力軸に付加可能な範囲で前記保持機構の保持力を低減する手段であるものとすることもできる。

【 0 0 5 7 】

こうすれば、共振を抑制するために保持機構の保持力を低減した場合であっても、エンジンのモータリングを継続することができるから、エンジンを支障なく始動することができる。

【 0 0 5 8 】

また、前記第 7 の態様においては、

前記共振検出手段は、前記結合機構が結合状態である場合において、前記駆動軸に共振が生じているか否かを検出する手段であり、

前記共振抑制制御手段は、該共振が検出された場合には、前記結合機構の結合力を低減する手段であるものとすることもできる。

【 0 0 5 9 】

結合機構が結合状態、即ちパラレルハイブリッド車両の構成を採っている状態では、エンジン、動力調整装置、電動機の全てが機械的に結合され、慣性が非常に大きい構成となっている。かかる構成下で、車両が急発進および急制動を行うと駆動軸に伝達されるトルクが過大となって共振を生じることがある。上記ハイブリッド車両によれば、かかる場合に結合機構を制御して、駆動軸に伝達されるトルクを抑制することができるため、急発進や急制動時などで生じる共振を抑制することができる。

【 0 0 6 0 】

この場合において、

前記共振検出手段は、該ハイブリッド車両の制動時において前記共振を検出する手段であり、

前記共振抑制手段は、前記動力調整装置と前記電動機のうちエンジンに近い側に結合されているものによる最大の回生トルク以上のトルクを伝達可能な範囲で前記結合機構の結合力を低減する手段であるものとすることもできる。

【 0 0 6 1 】

こうすれば、共振を抑制するために結合機構の結合力を低減した状態においても、動力調整装置と電動機の双方を用いて回生制動を行うことができる。従って、車両の走行に伴う運動エネルギーを高い割合で電力として回生することができ、効率の高い運転を実現することができる。

【 0 0 6 2 】

本発明のハイブリッド車両は、

該車両が走行するものとして予め設定された経路の状態について、車両の走行状態に関与する所定の情報を入力する経路情報入力手段を備え、

前記制御手段は、該経路情報をも考慮して前記切り替えを行う手段であるものとすることもできる。

【0063】

こうすれば、シリーズハイブリッド車両の構成とパラレルハイブリッド車両の構成とをより適切に使い分けることができ、滑らかな走行を実現することができる。例えば、ある時点での運転状態だけを考慮して、先に説明した種々の制御によって、シリーズハイブリッド車両の構成とパラレルハイブリッド車両の構成のいずれか適切な構成を選択した場合には、走行状態に応じて頻繁に構成が切り替えられる可能性もある。頻繁な切り替えは、乗り心地や運転に対する車両の応答性を損ねることになる。上述のハイブリッド車両によれば、将来、車両が走行する予定の経路情報を考慮して切り替えを行うことができるため、このような頻繁な切り替えによる弊害を抑制することができる。また、将来、電力の消費の増大が予想される場合には、予め蓄電に適した構成で運転することも可能である。

【0064】

経路情報としては、例えば、設定された経路が登坂路であるか否かに関する情報や、渋滞中であるか否かに関する情報、速度規制に関する情報などが挙げられる。例えば、登坂路に接近しているとの情報が得られた場合には、バッテリーの充電に適したパラレルモードを優先して用いることが可能となる。また、経路上にカーブが存在することが検出された場合、減速時の渋滞していることが検出されている場合など、種々の情報に基づいてそれぞれ運転モードの頻繁な切り替えを抑制してハイブリッド車両を運転することができる。

【0065】

なお、「経路情報をも考慮して」とは、車両の走行状態によって定まる運転モードに関わらず経路情報に基づいて定まる運転モードを優先するものとすることができる。また、車両の走行状態と運転モードとの対応関係を経路情報に基づいて変更するものとすることもできる。即ち、経路情報に応じてシリーズモードを優先して適用する走行状態を拡張したり、パラレルモードを優先して適用する走行状態を拡張したりするものとしてもよい。また、経路情報に基づいて車両の走行状態に関与するパラメータを補正するものとしてもよい。その他、経路情報を

反映した運転モードの種々の設定方法が含まれる。

【0066】

本発明は、以下に示す通り、ハイブリッド車両の制御方法として構成することもできる。

即ち、本発明の制御方法は、

少なくとも2つの回転軸を有し、電力のやりとりによって両回転軸間で伝達される動力の大きさを調整可能な動力調整装置と、電動機とを、エンジンの出力軸と駆動軸との間に直列に備えるとともに、前記動力調整装置と電動機との結合および切り離しを行う結合機構と、前記動力調整装置のいずれかの回転軸を保持することによって、前記切り離しが行われた場合における前記動力調整装置での電力と動力との変換を可能とする保持機構とを備えるハイブリッド車両の制御方法であって、

- (a) 該車両の運転状態に関与した所定のパラメータを検出する工程と、
- (b) 該検出結果に応じて前記動力調整装置と前記電動機との結合状態を設定する工程と、
- (c) 前記結合機構と前記保持機構とを制御して、前記結合状態を実現する工程とを備える制御方法である。

【0067】

かかる制御方法によれば、結合機構と保持機構とを備えるハイブリッド車両の結合状態を適切に切り替えることが可能となり、パラレルハイブリッド車両とシリーズハイブリッド車両との利点を兼ね備えた運転を実現することができる。

【0068】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を実施例に基づいて説明する。

(1) 第1実施例の構成：

はじめに、第1実施例の構成について図1を用いて説明する。図1は本実施例の動力出力装置を搭載したハイブリッド車両の概略構成を示す説明図である。このハイブリッド車両の動力系統は、次の構成から成っている。動力系統に備えられたエンジン150は通常のカソリンエンジンであり、クランクシャフト156

を回転させる。エンジン 150 の運転は E F I E C U 170 により制御されている。E F I E C U 170 は内部に C P U、R O M、R A M等を有するワンチップ・マイクロコンピュータであり、R O Mに記録されたプログラムに従い C P Uがエンジン 150 の燃料噴射料その他の制御を実行する。これらの制御を可能とするために、E F I E C U 170 にはエンジン 150 の運転状態を示す種々のセンサが接続されている。その他のセンサおよびスイッチなどの図示は省略した。なお、E F I E C U 170 は、制御ユニット 190 とも電氣的に接続されており、制御ユニット 190 との間で種々の情報を、通信によってやりとりしている。E F I E C U 170 は、制御ユニット 190 からエンジン 150 の運転状態に関する種々の指令値を受けてエンジン 150 を制御している。

【0069】

図 1 のハイブリッド車両では、動力系統として上流側からエンジン 150 と、モータ 130、140 とが備えられている。三者は、プラネタリギヤ 120 を介して機械的に結合されている。プラネタリギヤ 120 は、遊星歯車とも呼ばれ、中心で回転するサンギヤ 121、サンギヤの周辺を自転しながら公転するプラネタリピニオンギヤ 124、さらにその外周で回転するリングギヤ 122 から構成されている。プラネタリピニオンギヤ 124 はプラネタリキャリア 123 に軸支されている。図 1 のハイブリッド車両では、クランクシャフト 156 はプラネタリキャリア 123 に結合されている。モータ 130 はステータ 133 がケースに固定され、ロータ 132 がサンギヤ 121 に結合されている。モータ 140 はステータ 143 がケースに固定され、ロータ 142 がリングギヤ 122 に結合されている。リングギヤ 122 はディファレンシャルギヤを介して車軸 116 に結合されている。

【0070】

本実施例のハイブリッド車両の動力系統には、さらにリングギヤ 122 とモータ 140 との間の結合および切り離しを行うクラッチ 160 が備えられている。また、リングギヤ 122 を回転しないように保持するブレーキ 162 が、クラッチ 160 の上流側に備えられている。クラッチ 160 およびブレーキ 162 の動作は制御ユニット 190 により制御される。

【0071】

モータ130、140は、三相の同期モータであり、外周面に複数の永久磁石を有するロータ132、142と、回転磁界を形成するための三相コイルが巻回されたステータ133、143とを備える。モータ130、140はロータ132、142に備えられた永久磁石による磁界とステータ133、143の三相コイルによって形成される磁界との相互作用により回転駆動する電動機として動作し、場合によってはこれらの相互作用により三相コイルの両端に起電力を生じさせる発電機としても動作する。なお、モータ130、140は、ロータ132、142とステータ133、143との間の磁束密度が円周方向に正弦分布する正弦波着磁モータを適用することも可能であるが、本実施例では、比較的大きなトルクを出力可能な非正弦波着磁モータを採用した。

【0072】

ステータ133、143はそれぞれ駆動回路191、192を介してバッテリー194に電氣的に接続されている。駆動回路191、192は内部にスイッチング素子としてのトランジスタを複数備えたトランジスタインバータであり、制御ユニット190と電氣的に接続されている。制御ユニット190が駆動回路191、192のトランジスタのオン・オフの時間をPWM制御するとバッテリー194を電源とする三相交流がステータ133、143の三相コイルに流れ、回転磁界が形成される。

【0073】

本実施例のハイブリッド車両の運転状態は制御ユニット190により制御されている。制御ユニット190もEFI ECU 170と同様、内部にCPU、ROM、RAM等を有するワンチップ・マイクロコンピュータであり、ROMに記録されたプログラムに従い、CPUが後述する種々の制御処理を行う。これらの制御を可能とするために、制御ユニット190には、各種のセンサおよびスイッチが電氣的に接続されている。制御ユニット190に接続されているセンサおよびスイッチとしては、アクセルペダルの操作量を検出するためのアクセルペダルポジションセンサ165、シフトレバーの位置を検出するためのシフトポジションセンサ166、車軸116の回転数を検出する回転数センサ117、リングギヤ

122に結合された回転軸の回転数を検出する回転数センサ118、プラネタリキャリア123に結合された回転軸の回転数を検出する回転数センサ119等が挙げられる。先に説明した通り、制御ユニット190は、E F I E C U 170とも電氣的に接続されており、E F I E C U 170との間で種々の情報を、通信によってやりとりしている。制御ユニット190からエンジン150の制御に必要な情報をE F I E C U 170に出力することにより、エンジン150を間接的に制御することができる。逆にエンジン150の回転数などの情報をE F I E C U 170から入力することもできる。

【0074】

制御ユニット190は、クラッチ160およびブレーキ162の動作も制御している。本実施例のハイブリッド車両は、クラッチ160およびブレーキ162の動作に応じて動力系統の構成を大きく4通りに変更することができる。図2はかかる構成を一覧で示した説明図である。

【0075】

クラッチ160およびブレーキ162を共に作動状態とした場合の構成Aを図中の左上に示す。かかる構成では、リングギヤ122の回転がブレーキ162により制止される。クラッチ160を結合した状態では、リングギヤ122と車軸116とが直結されている。従って、構成Aでは車軸116の回転もブレーキ162により制止される。つまり、この結合状態は、車両の走行状態には採ることができず、停車中にのみ採ることが可能である。本実施例では、構成Aの結合状態は使用しない。

【0076】

ブレーキ162を作動状態としつつ、クラッチ160をオフとした場合の構成Bを図中の右上に示す。かかる構成では、構成Aと同様、リングギヤ122の回転がブレーキ162により制止される。但し、クラッチ160がオフとなっているため、車軸116は回転可能である。しかも、クラッチ160はモータ140よりも上流側に設けられているから、車軸116にはモータ140から動力を出力することができる。一方、プラネタリギヤ120の作用により、ブレーキ162によりリングギヤ122の回転が制止されても、モータ130が結合されたサ

ンギヤ 121 およびエンジン 150 が結合されたプラネタリキャリア 123 は回転可能である。従って、構成 B では、エンジン 150 から出力された動力をモータ 130 で電力として回生することが可能である。以上より、クラッチ 160 をオフとし、ブレーキ 162 をオンとした構成 B は、シリーズハイブリッド車両としての構成を有していることになる。

【0077】

次に、ブレーキ 162 をオフとしつつ、クラッチ 160 をオンにした構成 C を図中の左下に示す。この状態では、リングギヤ 122 は車軸 116 とともに回転可能である。かかる構成は、先にパラレルハイブリッド車両の例として図 34 で説明した構成と同じである。従って、本実施例のハイブリッド車両において、ブレーキ 162 をオフとし、クラッチ 160 をオンとした構成 C は、パラレルハイブリッド車両としての構成を有していることになる。

【0078】

最後に、ブレーキ 162 およびクラッチ 160 の双方をオフにした場合の構成 D を図中の右下に示す。この状態では、リングギヤ 122 は自由に回転することができる。また、クラッチ 160 がオフとなっているため、車軸 116 は回転可能である。また、車軸 116 にはモータ 140 から動力を出力することができる。但し、この場合には、エンジン 150 から出力された動力をモータ 130 で回生することができない。先に述べた通り、プラネタリギヤは、2つの回転軸の回転状態が決定されると、残余の回転軸の回転状態が決定されるという機械的性質を有している。構成 D では、ブレーキ 162 をオフにしているため、リングギヤ 122 の回転状態が決定されない。エンジン 150 から動力を出力し、モータ 130 による回生を行うべくサンギヤ 121 に負荷を与えた場合を考えると、かかる負荷に抗してサンギヤ 121 と回転させる反力をリングギヤ 122 に加えることができないため、モータ 130 による回生を行うことができないのである。かかる点につき、プラネタリギヤの一般的動作とともに以下に詳しく説明する。

【0079】

プラネタリギヤ 120 の各ギヤの回転状態は、機構学上周知の次の計算式 (1) によって求めることができるが、共線図と呼ばれる図により幾何学的に求める

こともできる。

$$N_s = (1 + \rho) / \rho \times N_c - N_r / \rho ;$$

$$N_c = \rho / (1 + \rho) \times N_s + N_r / (1 + \rho) ;$$

$$N_r = (1 + \rho) N_c - \rho N_s ;$$

$$T_{es} = T_c \times \rho / (1 + \rho) = \rho T_{er} ;$$

$$T_{er} = T_c / (1 + \rho) ;$$

$$\rho = \text{サンギヤの歯数} / \text{リングギヤの歯数} \quad \dots (1) ;$$

【0080】

ここで、

N_s はサンギヤの回転数；

T_{es} はサンギヤに出力されるトルク；

N_c はプラネタリキャリアの回転数；

T_c はプラネタリキャリアのトルク；

N_r はリングギヤの回転数；

T_{er} はリングギヤに出力されるトルク；

である。

【0081】

以下ではプラネタリギヤ 120 の作用について共線図に基づき説明する。図 3 に共線図の一例を示す。縦軸が各ギヤの回転数を示している。横軸は、各ギヤのギヤ比を距離的な関係で示している。サンギヤ 121 (図中の S) とリングギヤ 122 (図中の R) を両端にとり、位置 S と位置 R の間を $1 : \rho$ に内分する位置 C をプラネタリキャリア 123 の位置とする。 ρ は上述の通り、リングギヤ 122 の歯数 (Z_r) に対するサンギヤ 121 の歯数 (Z_s) の比である。こうして定義された位置 S, C, R にそれぞれのギヤの回転数 N_s , N_c , N_r をプロットする。プラネタリギヤ 120 は、このようにプロットされた 3 点が必ず一直線に並ぶという性質を有している。この直線を動作共線と呼ぶ。動作共線は 2 点が決まれば一義的に決まる。従って、動作共線を用いることにより、3 つの回転軸のうち 2 つの回転軸の回転数から残余の回転軸の回転数を求めることができる。

【0082】

また、プラネタリギヤ 120 では、各回転軸のトルクを動作共線に働く力に置き換えて示したとき、動作共線が剛体として釣り合いが保たれるという性質を有している。具体例として、プラネタリキャリア 123 に作用するトルクを T_e とする。このとき、図 3 に示す通り、トルク T_e に相当する大きさの力を位置 C で動作共線に鉛直下から上に作用させる。作用させる方向はトルク T_e の方向に応じて定まる。また、リングギヤ 122 から出力されるトルク T_r を位置 R において動作共線に、鉛直上から下に作用させる。図中の T_{es} 、 T_{er} は剛体に作用する力の分配法則に基づいてトルク T_e を等価な 2 つの力に分配したものである。「 $T_{es} = \rho / (1 + \rho) \times T_e$ 」「 $T_{er} = 1 / (1 + \rho) \times T_e$ 」なる関係がある。以上の力が作用した状態で、動作共線図が剛体として釣り合いがとれているという条件を考慮すれば、サンギヤ 121 に作用すべきトルク T_{m1} 、リングギヤ軸に作用すべきトルク T_{m2} を求めることができる。トルク T_{m1} はトルク T_{es} と等しくなり、トルク T_{m2} はトルク T_r とトルク T_{er} の差分に等しくなる。

【0083】

図 2 における構成 D、即ちブレーキ 162 がオフとなっている状態を考える。この状態では、リングギヤ 122 は自由に回転することができる。図 3 の共線図において、リングギヤ 122 に対応する R の位置では一切トルクが加えられないことになる。かかる状態では、動作共線を剛体として釣り合いのとれた状態に保つことはできない。従って、図 2 における構成 D では、モータ 130 による回生を行うことができない。もちろん、バッテリー 194 の充電状態に余裕があれば、モータ 140 に電力を供給して走行することが可能である。

【0084】

本実施例のハイブリッド車両は、プラネタリギヤ 120 の性質に基づき、適用可能なエンジン 150 の回転数に車速に応じた制限がある。例えば、図 3 の共線図において、リングギヤ 122 即ち車軸 116 がある回転数 N_r で回転している場合を考える。つまり、リングギヤ 122 の回転状態が図 3 中のポイント P_r で表される状態にある場合を考える。この場合において、エンジン 150 の回転数が N_e のとき、共線図は既に説明した通り、図 3 中の実線で表される。

【0085】

一方、リングギヤ122がポイントPrで回転している場合において、エンジン150の回転数が図3中のポイントPeまで上昇した場合を考える。かかる場合の共線図は、図3中の破線で示された通りとなり、サンギヤ121はポイントPsで回転することになる。このとき、サンギヤ121は非常に高い回転数で回転する。

【0086】

一般にギヤには、破損を招かずに回転可能な回転数に上限値がある。ポイントPsはサンギヤ121についてかかる上限値を超える可能性がある。かかる場合には、エンジン150の回転数をポイントPeよりも低くする必要がある。このように、本実施例のハイブリッド車両は、リングギヤ122の回転数に応じて図4に示すようにエンジン150の回転数に制限が設けられている。エンジン150の回転数が低い場合には、サンギヤ121が高速で逆転する可能性があるため、エンジン150の回転数には上限値のみならず下限値も存在する。

【0087】

(2) 運転制御処理：

次に、本実施例のハイブリッド車両の運転制御処理について説明する。先に説明した通り、本実施例のハイブリッド車両は、シリーズハイブリッド車両としての構成（以下、シリーズモードと呼ぶ）、パラレルハイブリッド車両としての構成（以下、パラレルモードと呼ぶ）を切り替え、種々の運転モードにより走行することができる。制御ユニット190内のCPU（以下、単に「CPU」という）は車両の運転状態に応じて運転モードを判定し、それぞれのモードについてエンジン150、モータ130、140およびクラッチ160、ブレーキ162等の制御を実行する。これらの制御はCPUが運転制御処理ルーチンを周期的に実行することにより行われる。

【0088】

図5は運転制御処理ルーチンのフローチャートである。この処理が開始されると、CPUはまず運転モード切り替え処理を実行する（ステップS100）。運転モード切り替え処理のフローチャートを図6に示す。

【 0 0 8 9 】

運転モード切り替え処理ルーチンでは、CPUは車両の運転状態に関与する種々のパラメータを読み込む（ステップS 1 0 2）。かかるパラメータとしては、シフトポジション、車速、要求トルク、バッテリー残容量、エンジン運転状態などがある。シフトポジションは、シフトポジションセンサ 1 6 6 により検出される。車速は、車軸の回転数センサ 1 1 7 により検出される。要求トルクは、アクセルペダルポジションセンサ 1 6 5 により検出されたアクセルペダルポジションと車速に基づいて算出することができる。バッテリーの残容量は、残容量センサにより検出される。エンジン運転状態とは、エンジン 1 5 0 が現在運転されているか否かを意味しており、E F I E C U 1 7 0 との通信により検出することができる。

【 0 0 9 0 】

こうして検出された運転状態に基づき、予め設定された条件に従ってCPUは運転モードを順次判定する。まず、シフトポジションがRポジション、即ち後進位置にあるか否かを判定する（ステップS 1 0 4）。Rポジションにある場合には、シリーズモードをシリーズモードを選択する（ステップS 1 3 0）。

【 0 0 9 1 】

シフトポジションがRポジションでない場合には、次に車速および要求トルクで定まる走行状態がシリーズ領域に入っているか否かを判定する（ステップS 1 0 6）。シリーズ領域とは、ハイブリッド車両が走行可能なトルクおよび車速の組み合わせのうち、シリーズモードで走行すべきとして設定された領域をいう。本実施例における設定例を図 7 に示す。

【 0 0 9 2 】

図中の曲線L I Mはハイブリッド車両が走行可能な領域を示している。図中のハッチングを付した領域がパラレルモードで走行すべき領域を意味しており、その他の領域がシリーズモードで走行すべき領域を意味している。破線Aは後述する動作曲線である。図示する通り、要求トルクが比較的低い領域および車両が停車中ではシリーズモードを適用するように設定されている。車速およびトルクが所定値以上の領域では、パラレルモードでの走行を行う。本実施例では、かかる

設定がマップとして制御ユニット 1 9 0 内の R O M に記憶されている。C P U は、ステップ S 1 0 6 において、車速および要求トルクに基づいてかかるマップを参照して、ハイブリッド車両の運転モードを設定するのである。シリーズモードで運転すべき領域にあると判定された場合には、運転モードとしてシリーズモードを選択する（ステップ S 1 3 0 ）。

【 0 0 9 3 】

車両の走行状態がシリーズ領域にない場合には、C P U はエンジン 1 5 0 の始動および停止を行うべき状態にあるか否かを判定する（ステップ S 1 2 0 ）。例えば、エンジン 1 5 0 が停止している場合において、バッテリー 1 9 4 の残容量が所定値以下になった場合には、エンジン 1 5 0 を始動しモータ 1 3 0 で発電してバッテリー 1 9 4 の充電を行う必要がある。逆にエンジン 1 5 0 が運転している場合においてバッテリー 1 9 4 の残容量が所定値以上になった場合には、エンジン 1 5 0 の運転を停止しモータ 1 3 0 での発電を停止してバッテリー 1 9 4 の過充電を防ぐ必要がある。このように C P U は主にバッテリー 1 9 4 の充電状態および現在のエンジン 1 5 0 の運転状態に基づき、エンジン 1 5 0 の始動および停止を行うべきか否かを判定する。エンジン 1 5 0 の始動および停止を行うべき運転状態にある場合には、シリーズモードを選択する（ステップ S 1 3 0 ）。

【 0 0 9 4 】

本実施例のハイブリッド車両は、パラレルモードにおいてエンジン 1 5 0 の始動および停止を行うことも可能であるため、エンジン 1 5 0 の始動および停止を行うべき運転状態を考慮せずに運転モードを設定することも可能ではある。但し、パラレルモードではエンジン 1 5 0 の始動および停止をするためにモータ 1 3 0 から出力されるトルクがリングギヤ 1 2 2 を介して車軸 1 1 6 にも出力されるため、トルクショックを生じやすい。原理的にはモータ 1 4 0 を制御して、トルクショックを相殺することも可能ではあるが、エンジン 1 5 0 の始動および停止時にリングギヤ 1 2 2 に出力されるトルクの変動に追従してモータ 1 4 0 を制御し、トルクショックを完全に相殺することは困難である。本実施例では、エンジン 1 5 0 の始動および停止時にはシリーズモードを取るものとすることによって、かかるトルクショックが生じることを回避している。

【0095】

以上で示した判定条件のいずれも満たしていない場合には、パラレルモードを選択する（ステップ S 1 2 2）。なお、本実施例において、このように運転モードを設定している理由については後述する。

【0096】

パラレルモードが指定された場合には、従前の構成がシリーズモードであるか否かに応じてモード変更すべきか否かを判定する（ステップ S 1 2 4）。従前の構成がシリーズモードである場合には、パラレルモードへの切り替えを行う（ステップ S 1 2 6）。従前の構成がパラレルモードである場合には、この処理をスキップする。

【0097】

シリーズモードが指定された場合も同様に、従前の構成がパラレルモードであるか否かに応じてモード変更すべきか否かを判定し（ステップ S 1 3 2）、従前の構成がパラレルモードである場合にはシリーズモードへの切り替えを実行する（ステップ S 1 3 4）。従前の構成がシリーズモードである場合には、この処理をスキップする。

【0098】

なお、パラレルモードとシリーズモードの切り替えは、本実施例では、図 2 中の構成 D を経て行われる。例えば、パラレルモード（図 2 の構成 C）からシリーズモード（図 2 の構成 B）への切り替えを行う場合には、一旦クラッチ 1 6 0 をオフにして、ブレーキ 1 6 2 とクラッチ 1 6 0 の双方がオフの状態（構成 D）とする。その後、ブレーキ 1 6 2 をオンとしてシリーズモード（構成 B）に至る。シリーズモード（構成 B）からパラレルモード（構成 C）への切り替え時も同様に、一旦ブレーキ 1 6 2 をオフにして構成 D とした後、クラッチ 1 6 0 をオンにしてパラレルモード（構成 C）に至る。

【0099】

クラッチ 1 6 0 とブレーキ 1 6 2 のオン・オフを同時に制御するものとしても構わないが、両者の制御のタイミングによっては瞬間的にクラッチ 1 6 0 およびブレーキ 1 6 2 の双方がオンの状態（構成 A）となる可能性もある。走行中にか

かる構成に至ると車軸 116 に大きなトルクショックが生じる可能性がある。本実施例では、このように構成 D を経て切り替えることによって、かかるショックを未然に防止している。

【0100】

以上の処理により、運転モードの切り替えを終了すると、CPU は運転制御処理（図 5）に戻る。運転モードが設定された後は、車軸 116 から要求された動力を出力するための制御処理を実行する。この制御内容は、エンジン 150 の始動および停止モードであるか否かに応じて異なる。従って、CPU はエンジン 150 の始動および停止を行うべき状態か否かを判断する（ステップ S200）。この判断内容は、運転モード切り替え処理（図 6）のステップ S120 における判断と同様である。エンジン 150 の始動および停止を行うべき状態でないと判断された場合には、通常の走行状態に当たる場合に車軸 116 から動力を出力するための処理としてトルク制御処理を実行する（ステップ S300）。その他の場合には、車軸 116 から動力を出力しつつ、エンジン 150 の始動および停止をも行うための始動・停止制御処理を実行する（ステップ S400）。

【0101】

まず、トルク制御処理の内容について説明する。図 8 は、トルク制御ルーチンの内容を示すフローチャートである。パラレルモードおよびシリーズモードでも同様の処理によって制御される。但し、後述する通り、モードの相違によって、エンジン 150、モータ 130、140 の運転ポイントの設定内容は相違する。もちろん、運転ポイントの設定方法に応じてそれぞれ異なるトルク制御ルーチンを用意するものとしても構わない。

【0102】

この処理が開始されると CPU は駆動軸、つまり車軸 116 から出力すべきエネルギー P_d を設定する（ステップ S302）。この動力は、アクセルペダルポジションセンサ 165 により検出されたアクセルの踏み込み量に基づいて設定される。駆動軸から出力すべきエネルギー P_d は、車軸 116 の目標回転数 N_d^* とトルク T_d^* の積で表される。フローチャートには図示を省略したが、駆動軸から出力すべきエネルギー P_d の設定とともに車軸 116 の目標回転数 N_d^* および目

標トルク T_d^* の組み合わせも設定されている。

【0103】

次に、充放電電力 P_b および補機駆動エネルギー P_h を算出する（ステップ S304, S206）。充放電電力 P_b とは、バッテリー 194 の充放電に要するエネルギーであり、バッテリー 194 を充電する必要がある場合には正の値、放電する必要がある場合には負の値を取る。補機駆動エネルギー P_h とは、エアコンなどの補機を駆動するために必要となる電力である。こうして算出された電力の総和が要求動力 P_e となる（ステップ S308）。

【0104】

なお、トルク制御ルーチンでは、単位時間当たりのエネルギー収支を考慮してエンジン 150 等の制御を実行する。従って、本明細書でエネルギーという場合は、全て単位時間当たりのエネルギーを意味するものとする。この意味で、本明細書においては、機械的なエネルギーは動力と同義であり、電気的なエネルギーは電力と同義である。また、説明の容易のため、車軸 116 とリングギヤ 122 との間には変速機は設けられていないものとする。つまり、車軸 116 の回転数およびトルクは、リングギヤ 122 の回転数およびトルクと等しいものとする。

【0105】

次に、CPU は、こうして設定された要求動力 P_e に基づいてエンジン 150 の運転ポイントを設定する（ステップ S310）。運転ポイントとは、エンジン 150 の目標回転数 N_e と目標トルク T_e の組み合わせをいう。エンジン 150 の運転ポイントは、予め定めたマップに従って、基本的にはエンジン 150 の運転効率を優先して設定する。

【0106】

図 9 はかかるマップの例である。図 9 はエンジンの回転数 N_e を横軸に、トルク T_e を縦軸に取り、エンジン 150 の運転状態を示している。図中の曲線 B はエンジン 150 の運転が可能な限界範囲を示している。曲線 $\alpha 1$ から $\alpha 6$ まではエンジン 150 の運転効率が一定となる運転ポイントを示している。 $\alpha 1$ から $\alpha 6$ の順に運転効率は低くなっていく。また、曲線 C1 から C3 はそれぞれエンジン 150 から出力される動力（回転数 \times トルク）が一定となるラインを示してい

る。

【0107】

エンジン150は図9に示す通り、回転数およびトルクに応じて、運転効率が大きく相違する。エンジン150から曲線C1に相当する動力を出力する場合には、図9中のA1点に相当する運転ポイント（回転数およびトルク）でエンジン150を運転するときに最も運転効率が高くなる。同様に曲線C2およびC3に相当する動力を出力する場合には図9中のA2およびA3点で運転する場合は最も効率が高くなる。出力すべき動力ごとに最も運転効率が高くなる運転ポイントを選択すると、図9中の曲線Aが得られる。これを動作曲線と呼ぶ。なお、この曲線Aは先に図7に示した曲線Aと同じである。動作曲線Aは、予め実験または解析によって設定され、制御ユニット190内のROMにマップとして記憶されている。

【0108】

図8のステップS310における運転ポイントの設定では、上述のマップから要求動力 P_e に応じた運転ポイントを読み込むことで、エンジン150の目標回転数 N_e および目標トルク T_e を設定する。こうすることにより、効率の高い運転ポイントを設定することができる。エンジン150の運転ポイントの設定は、シリーズモードおよびパラレルモードの場合で同じである。

【0109】

次にCPUはモータ130、140のトルクおよび回転数の指令値を設定する（ステップS312）。これらの指令値は、シリーズモードとパラレルモードとで相違する。

【0110】

シリーズモードの場合には、車軸116に要求される動力を全てモータ140で出力する。従って、モータ140の目標回転数 N_2 および目標トルク T_2 は車軸116の目標回転数 N_d^* および目標トルク T_d^* と一致する。先に説明した通り、本実施例のハイブリッド車両は、シフトポジションが後進位置にある場合はシリーズモードとなる。従って、シリーズモードでは、目標回転数 N_d^* は後進方向、即ち負の値となる場合もある。かかる場合であってもモータ140の設

定値は車軸 116 の目標回転数 N_d^* および目標トルク T_d^* と一致することにより変わりはない。

【0111】

一方、モータ 130 の運転ポイントは、エンジン 150 の回転状態がステップ S310 で設定された目標回転数 N_e 、目標トルク T_e となるように設定される。即ち、先に示した式 (1) において、リングギヤ 122 の回転数 N_r に値 0、プラネタリキャリア 123 の回転数 N_c およびトルク T_c にエンジン 150 の目標回転数 N_e および目標トルク T_e を代入し、サンギヤ 121 の回転数 N_s 、トルク T_s を求めることによってモータ 130 の目標回転数 N_1 、トルク T_1 は次の通り設定される。

$$N_1 = (1 + \rho) / \rho \times N_e ;$$

$$T_1 = T_c \times \rho / (1 + \rho) ;$$

【0112】

パラレルモードの場合には、リングギヤ 122 の回転数 N_r が車軸 116 の目標回転数 N_d^* と一致するように、モータ 130、140 の目標回転数が設定される。モータ 140 は車軸 116 と同じ回転数で回転する。従ってモータ 140 の目標回転数 N_2 は車軸 116 の目標回転数 N_d^* と一致する。モータ 130 の目標回転数 N_1 は先に示した式 (1) において、リングギヤ 122 の回転数 N_r に車軸 116 の目標回転数 N_d^* 、プラネタリキャリア 123 の回転数 N_c にエンジン 150 の目標回転数 N_e を代入することによって、次の通り設定される。

$$N_1 = (1 + \rho) / \rho \times N_e - N_d^* / \rho ;$$

【0113】

また、モータ 130、140 の目標トルク T_1 、 T_2 は、それぞれ車軸 116 に出力されるトルクが要求トルク T_d^* と一致するように設定される。先に示した式 (1) によれば、エンジン 150 からトルク T_e が出力されるとき、リングギヤ 122 のトルク T_r およびサンギヤ 121 のトルク T_s はそれぞれ次の通り求められる。

$$T_s = T_e \times \rho / (1 + \rho) ;$$

$$T_r = T_e / (1 + \rho) ;$$

【0114】

従って、エンジン150を目標の運転ポイント T_e で運転することができるように、サンギヤ121のトルク T_s に相当する負荷を与えるようにモータ130の目標トルク T_1 が設定される。具体的には、 $T_1 = -T_s$ である。また、モータ140の目標トルク T_2 はエンジン150からリングギヤ122に伝達されるトルクを補償して要求トルク T_d^* が得られるように設定される。具体的には、「 $T_2 = T_d^* - T_r$ 」である。

【0115】

以上の処理により、モータ130、140の運転ポイントが設定されたことになる。なお、本実施例のハイブリッド車両は、それぞれの運転モードにおいてエンジン150を停止したまま走行することも可能である。かかる場合には、エンジン150の回転数 N_e 、トルク T_e を値0とすることにより、モータ130、140の運転ポイントを設定することができる。

【0116】

こうして設定されたトルク指令値および回転数指令値に基づいて、CPUはモータ130、140、エンジン150の運転を制御する（ステップS314）。モータの運転制御処理は、同期モータの制御として周知の処理を適用することができる。本実施例では、いわゆる比例積分制御による制御を実行している。つまり、各モータの現在の回転数を検出し、目標回転数との偏差に基づいて、各相に印加する電圧指令値を設定する。印加される電圧値は上記偏差の比例項、積分項、累積項によって設定される。それぞれの項にかかる比例係数は実験などにより適切な値が設定される。こうして設定された電圧は、駆動回路191、192を構成するトランジスタインバータのスイッチングのデューティに置換され、いわゆるPWM制御により各モータに印加される。

【0117】

CPUは駆動回路191、192のスイッチングを制御することによって、上述の通り、モータ130、モータ140の運転を直接制御する。これに対し、エンジン150の運転は現実にはEFI ECU170が実施する処理である。従って、制御ユニット190のCPUはEFI ECU170に対してエンジン150

の運転ポイントの情報を出力することで、間接的にエンジン 150 の運転を制御する。こうして、本実施例のハイブリッド車両は、通常の走行時に要求された回転数およびトルクからなる動力を車軸 116 から出力して走行することができる。

【0118】

次に、図 5 のステップ S400 のエンジンの始動・停止処理について説明する。図 10 は、始動・停止制御ルーチンのフローチャートである。この処理が開始されると、CPU は車軸 116 からの出力エネルギー P_d を算出する（ステップ S402）。出力エネルギー P_d の算出方法は、トルク制御ルーチン（図 8）のステップ S302～S308 で説明した処理と同様である。

【0119】

CPU は、こうして設定された駆動軸出力エネルギー P_d に基づいてモータ 130、140 の運転ポイントを設定する（ステップ S404）。先に運転モード切り替え処理ルーチン（図 6）で示した通り、本実施例のハイブリッド車両は、エンジン 150 の始動および停止を行うときは、シリーズモードとしている。従って、モータ 140 の目標回転数 N_2 、目標トルク T_2 は、車軸 116 の目標回転数 N_d * および目標トルク T_d * と一致する。

【0120】

一方、モータ 130 の目標回転数 N_1 および目標トルク T_1 は、エンジン 150 の始動および停止を行うための運転ポイントに設定される。例えば、エンジン 150 を始動する場合、エンジン 150 のモータリングに必要なトルクがプラネタリキャリア 123 に出力されるようにモータ 130 の目標トルクを設定する。また、エンジン 150 の回転数が始動時に定められた所定のシーケンスで上昇するようにモータ 130 の目標回転数 N_1 を設定する。逆にエンジン 150 を停止する場合、エンジン 150 の回転を制動するのに必要なトルクがプラネタリキャリア 123 に出力されるようにモータ 130 の目標トルクを設定する。また、停止時の回転数が所定のシーケンスで低下するようにモータ 130 の目標回転数 N_1 を設定する。先に示した式（1）において、プラネタリキャリア 123 の回転数 N_c 、トルク T_c にモータリング時の回転数、トルクを代入することによって

モータ 130 の目標回転数およびトルクを設定することができる。

【0121】

なお、運転モード切り替え処理（図 6）の内容によっては、パラレルモードにおいてエンジン 150 の始動および停止を行うように設定することも可能である。かかる場合には、エンジン 150 を始動および停止する際のシーケンスとして設定された回転数をエンジン 150 の目標回転数 N_e とし、始動および停止の際にプラネタリキャリア軸に出力されるべきトルクに負号を付した値をエンジン 150 の目標トルク T_e とすることによって、先に説明したパラレルモードにおけるモータ 130、140 の運転ポイントの設定方法と同じ方法でそれぞれの運転ポイントを設定することができる。

【0122】

以上の処理により、エンジン 150 の始動・停止を行う際の運転ポイントが設定された。CPU は、これらの設定に基づき、モータ 130、140 およびエンジン 150 の運転を制御する（ステップ S406）。モータ 130、140 の制御は、先にトルク制御ルーチンで説明したのと同様である。エンジン 150 の制御も、CPU が E F I E C U 170 との通信により間接的にエンジン 150 を制御するという点ではトルク制御ルーチンと同様である。ここでは、E F I E C U 170 が実行するエンジン 150 の制御内容が相違している。例えば、エンジン 150 を始動する場合には、エンジン 150 の回転数がモータリングにより予め定めた所定の回転数まで上昇した時点で燃料を噴射し、点火する制御を行う。エンジン 150 を停止する場合には、エンジン 150 の燃料噴射を禁止する制御を行う。こうして、本実施例のハイブリッド車両は、要求された回転数およびトルクからなる動力を車軸 116 から出力しつつ、エンジン 150 の始動および停止を行って走行することができる。

【0123】

CPU は、こうしてトルク制御処理または始動・停止制御処理を終了すると、運転制御ルーチン（図 5）に戻り、次に共振抑制制御処理を実行する（ステップ S500）。

【0124】

図 1 1 は、共振抑制制御処理のフローチャートである。この処理は、プラネタリギヤ 1 2 0 の回転軸に生じるねじれ共振を抑制するための制御である。共振を生じやすい回転軸が運転モードに応じて異なるため、運転モードに応じて処理内容が分かれている。

【 0 1 2 5 】

この処理が開始されると CPU は、シリーズモードであるか否かを判定する（ステップ S 5 0 2）。先に説明した通り、運転モードに応じて処理内容が相違するためである。

【 0 1 2 6 】

シリーズモードである場合には、次にプラネタリキャリア 1 2 3 に結合された回転軸（以下、プラネタリキャリア軸と呼ぶ）が共振しているか否かを検出する（ステップ S 5 0 4）。プラネタリキャリア軸の回転数をセンサ 1 1 9 により検出し、検出結果をバンドパスフィルタを通して処理することにより、回転数が共振を生じる帯域に入っているか否かを検出する。プラネタリキャリア軸の共振は、エンジン 1 5 0 の始動および停止時に生じやすい。

【 0 1 2 7 】

プラネタリキャリア軸が共振していないと判断された場合には、共振を抑制するための処理は不要であるため、共振抑制制御処理ルーチンを終了する。共振していると判断された場合には、CPU は共振経過時間を求める（ステップ S 5 0 6）。共振経過時間とはプラネタリキャリア軸の回転数が共振帯域に入ってから経過時間を意味する。

【 0 1 2 8 】

次に、CPU はこうして求められた共振経過時間に基づいてブレーキ 1 6 2 の油圧を設定する（ステップ S 5 0 8）。本実施例では、共振経過時間とブレーキ 1 6 2 の油圧との関係が予めテーブルとして設定され制御ユニット 1 9 0 の ROM に記憶されている。CPU は、ステップ S 5 0 8 において、かかるテーブルを参照してブレーキ 1 6 2 の油圧を設定するのである。

【 0 1 2 9 】

図 1 2 は、本実施例におけるブレーキ油圧の設定例を示す説明図である。共振

経過時間の増加とともにブレーキ油圧が初期値 B_i から終端値 B_f まで変化するように設定されている。本実施例では、図示する通り、共振経過時間が t_1 に至るまでは初期値 B_i を維持し、その後、徐々にブレーキ油圧を低減して、時間 t_2 において終端値 B_f に至るように設定されている。

【0 1 3 0】

ブレーキ油圧はシリーズモードにおいて、リングギヤ 1 2 2 の回転を拘束するトルクに比例する。このようにブレーキ油圧を低減すると、油圧に応じて、リングギヤ 1 2 2 を拘束するトルクが低下し、回転可能となる。従って、先に示した式 (1) から明らかな通り、モータ 1 3 0 からプラネタリキャリア軸に出力されるトルクが低減する。プラネタリキャリア軸の共振はモータ 1 3 0 から出力されるトルクがエンジン 1 5 0 の慣性力に比して大きすぎることによって生じる弾性振動であるため、モータ 1 3 0 からのトルクを低減することによって共振を抑制することができる。

【0 1 3 1】

本実施例では、かかる観点からプラネタリキャリア軸の共振を抑制することができる程度にブレーキ油圧を低減している。その終端値 B_f は以下の条件に基づいて設定されている。第 1 に値 B_f はプラネタリキャリア軸がねじれ共振によって破断する最大トルク、即ちプラネタリキャリア軸のねじれ強さに相当するトルクが出力されるブレーキ油圧 B_{tb} 以下に設定される。図 1 2 では、初期値 B_i がかかるブレーキ油圧 B_{tb} を超えているが、これは共振が生じた瞬間にねじれによる破断が生じる訳ではないことに基づくものであり、初期値 B_i を上述のブレーキ油圧 B_{tb} 以下に設定するものとしても構わない。

【0 1 3 2】

第 2 の条件として終端の値 B_f は車両の振動が生じなくなる限界値 B_{os} 以下に設定される。プラネタリキャリア軸に共振が生じた場合、動力系統は車両に固定されているため、車両全体に振動が生じる。かかる振動は共振が弱くなるにつれて低減する。限界値 B_{os} は予め実験等によって設定された値であり、乗員が許容できる程度に車両の振動が抑えられる限界の上限のブレーキ油圧を意味する。

【0133】

第3の条件として、終端の値 B_f は、エンジン150のモータリングおよび停止に必要なトルクをプラネタリキャリア軸に出力可能な下限値 B_{min} よりも大きい値に設定される。プラネタリキャリア軸の共振はエンジン150の始動および停止時に生じる。ブレーキ油圧の終端値 B_f を上述の下限値 B_{min} 以上に設定しておくことにより、共振抑制制御が実行された場合でもエンジン150の始動および停止を継続することができる。エンジン150の始動および停止に必要なトルクは比較的低いいため、プラネタリキャリア軸の破断や車両の極端な振動を招くことなく終端の値 B_f を設定することができる。このように図12のマップに従って、ブレーキ162の油圧が設定されると、CPUは該設定値にブレーキ162の油圧を低減する（ステップS510）。

【0134】

なお、図12では、ブレーキ162の油圧を時間 $t_1 \sim t_2$ の間で直線的に減らしているが、かかる設定に限られず、非線形に変化させるものとしても構わない。また、単調減少にする必要もなく、例えば、ブレーキ油圧を一旦大きく減じてから、やや増加させた状態で維持するものとしても構わない。

【0135】

一方、ステップS502においてパラレルモードであると判定された場合には、CPUはリングギヤ122に結合された回転軸（以下、リングギヤ軸と呼ぶ）が共振しているか否かを判定する（ステップS512）。共振の判定は、プラネタリキャリア軸の場合（ステップS504）と同様、リングギヤ軸の回転数をセンサ118により検出し、バンドパスフィルタで処理することによって検出する。リングギヤ軸の共振は、急発進または急制動された場合に生じやすい。

【0136】

リングギヤ軸が共振していないと判断された場合には、共振を抑制するための処理は不要であるため、共振抑制制御処理ルーチンを終了する。共振していると判断された場合には、CPUは共振経過時間を求める（ステップS514）。共振経過時間とはリングギヤ軸の回転数が共振帯域に入ってから経過時間を意味する。

【0137】

次に、CPUはこうして求められた共振経過時間に基づいてクラッチ160の油圧を設定する（ステップS516）。本実施例では、共振経過時間とクラッチ160の油圧との関係が予めテーブルとして設定され制御ユニット190のROMに記憶されている。CPUは、ステップS516において、かかるテーブルを参照してクラッチ160の油圧を設定するのである。

【0138】

図13は、本実施例におけるクラッチ油圧の設定例を示す説明図である。共振経過時間の増加とともにクラッチ油圧が初期値Ciから終端値Cfまで変化するように設定されている。本実施例では、図示する通り、共振経過時間がt3に至るまでは初期値Ciを維持し、その後、徐々にクラッチ油圧を低減して、時間t4において終端値Cfに至るように設定されている。

【0139】

クラッチ油圧を低減すると、油圧に応じて、リングギヤ軸に付加されるトルクが低下する。リングギヤ軸の共振は車軸116からリングギヤ軸に付加されるトルクがエンジン150およびモータ130の慣性力に比して大きすぎることによって生じる弾性振動であるため、車軸116から伝達されるトルクを低減することによってリングギヤ軸の共振を抑制することができる。

【0140】

本実施例では、かかる観点からリングギヤ軸の共振を抑制することができる程度にクラッチ油圧を低減している。その終端値Cfはブレーキ油圧と同様、リングギヤ軸がねじれ共振によって破断する最大トルク、即ちリングギヤ軸のねじれ強さに相当するトルクが伝達されるクラッチ油圧Ctb以下に設定され、また、モータ130による回生制動が可能なトルクを伝達できるクラッチ油圧Cmin以上に設定されている。車両の制動時には、モータ140を回生運転して車両の運動エネルギーを電力として回収することが可能であるが、クラッチ油圧をCmin以上に設定することにより、モータ130による回生制動も行うことが可能となり、より効率的に運動エネルギーを回収することができる。このように図13のマップに従って、クラッチ160の油圧が設定されると、CPUは該設定値にク

ラッチ 1 6 0 の油圧を低減する（ステップ S 5 1 0）。

【 0 1 4 1 】

なお、リングギヤ軸の共振は、急発進および急制動時に生じるため、図 1 3 ではブレーキ油圧の設定とは異なり、車両の振動を生じないための上限値を考慮していないが、かかる上限値を考慮して設定するものとしても構わないことはいうまでもない。

【 0 1 4 2 】

本実施例では、エンジン 1 5 0 の始動および停止時はシリーズモードを選択するように設定されているため、パラレルモード時にはプラネタリキャリア軸の共振を抑制する制御を実行していない。これに対し、パラレルモードでもエンジン 1 5 0 の始動および停止が行われるように運転モードが設定されている場合には、ステップ S 5 0 4 ～ S 5 1 0 で示した処理をパラレルモードにおいても実行するものとしてもよい。

【 0 1 4 3 】

以上の処理を周期的に実行することにより、本実施例のハイブリッド車両は、エンジン 1 5 0 から出力された動力を所望の回転数およびトルクに変換して駆動軸から出力し、走行することができる。また、エンジンの始動および停止を行うこともできる。さらに、プラネタリキャリア軸やリングギヤ軸に生じる共振を抑制することもできる。

【 0 1 4 4 】

次に、車両の走行状態と運転モードとの関係（図 7）の設定方法について説明する。本実施例では、第 1 に停車中も含めて比較的車速およびトルクが低い領域（図 7 中の領域 S 1）および後進領域をシリーズモードとしている。また、車速が高い部分でも比較的低トルクの領域（図 7 中の領域 S 2）をシリーズモードとしている。

【 0 1 4 5 】

一般にハイブリッド車両は、緩やかに発進するときにはモータの動力によって発進する。こうすることにより、燃費の悪い状態でエンジン 1 5 0 を運転することが回避でき、また車両を滑らかに発進することができる等の利点がある。本実

施例のハイブリッド車両もかかる利点を活かすため、モータの動力のみを利用して発進する。モータからの動力のみを利用する場合には、シリーズモードの構成方が制御が容易である。本実施例では、かかる観点からモータのみの動力を用いて走行する領域、即ち図 7 中の領域 S 1 をシリーズモードの領域に設定している。この領域の範囲は、具体的にはモータ 1 4 0 から出力可能なトルクの大きさ等に基づいて設定することができる。

【 0 1 4 6 】

領域 S 1 および後進領域をシリーズモードに設定することにより、本実施例のハイブリッド車両は次に示す種々の利点を有している。第 1 にエンジン 1 5 0 の始動および停止時における利点である。ハイブリッド車両は発進後、加速するにつれてエンジン 1 5 0 を始動し、エンジン 1 5 0 からの動力も利用して走行をする。本実施例では、先に説明した通り、エンジン 1 5 0 の始動時にはシリーズモードとなるよう設定して、トルクショックを回避している。モータ 1 4 0 の動力を利用して走行する領域からエンジン 1 5 0 の動力を利用する領域への過渡領域を包含するように領域 S 1 を設定することにより、エンジン 1 5 0 の始動時に運転モードの切り替えをすることなく、エンジン 1 5 0 を始動することができる。エンジン 1 5 0 の運転を停止する際も同様の利点を得ることができる。

【 0 1 4 7 】

第 2 に停車中にエンジン 1 5 0 の始動および停止が行われた場合における利点である。本実施例のハイブリッド車両は、停車中であっても、バッテリー 1 9 4 の充電状態に応じてエンジン 1 5 0 を運転したり停止したりする。エンジン 1 5 0 を運転してモータ 1 3 0 により発電を行いバッテリー 1 9 4 を充電することは、シリーズモードおよびパラレルモードの双方の構成において可能である。但し、パラレルモードではエンジン 1 5 0 の始動および停止時に車軸 1 1 6 に出力されるトルクを完全には相殺できず、トルクショックが生じる可能性がある。かかるトルクショックは停車中や微速で走行している場合には、運転者および乗員に特に敏感に感じとられる。本実施例では、停車中および微速で走行している場合において、シリーズモードとなるよう領域 S 1 を設定することにより、かかるトルクショックを回避することができ、ハイブリッド車両の乗り心地を向上している。

【0148】

次に、車速が高い部分でも比較的低トルクの領域（図7中の領域S2）をシリーズモードとしている理由について説明する。かかる領域はシリーズモードとパラレルモードの運転効率に基づいて設定されている。図14は、両者の運転効率を比較して示した説明図である。ここでは、図7中のある車速Vにおいて、要求トルクが変化した場合の運転効率、即ち図7中の直線Lに沿った運転効率の変化を示している。

【0149】

既に図34～図36を用いて説明した通り、パラレルモードではアンダードライブ走行時に運転効率が高く、オーバードライブ走行時には動力の循環が生じるため、運転効率が低下する。アンダードライブ走行とは、エンジン150から出力された動力を、回転数が低くトルクが高い状態に変換して出力する走行状態である。オーバードライブ走行とは、エンジン150から出力された動力を、回転数が高くトルクが低い状態に変換して出力する走行状態である。従って、パラレルモードでは、図14に示す通り、比較的高いトルクが要求されている領域で運転効率が高く、動力の循環が生じるようになるトルク T_a 以下の領域で運転効率が低くなる。

【0150】

また、パラレルモードでは先に説明した回転数制限（図4）に基づいてさらに運転効率が低下することがある。図15にオーバードライブ状態での共線図の例を示す。車速、即ちリングギヤ122の回転数が図中のポイント N_r で示される回転数に相当している状態を表している。要求トルクが比較的低い場合、エンジン150の回転数が図7の動作曲線A上の例えばポイントA3で設定されたとする。このとき、先に説明したプラネタリギヤ120の作用に基づき、サンギヤ121の回転数は図15中のポイント N_{s1} に相当する値となる。サンギヤ121は非常に高速で逆転する。既に述べた通りプラネタリギヤ120には機械的な回転数制限が存在する。図15の回転状態では、サンギヤ121の回転数がかかる制限値 N_{lim} を超えている場合がある。

【0151】

このように本実施例のハイブリッド車両では、プラネタリギヤ 120 の回転数の制限から、エンジン 150 が動作曲線 A 上の運転ポイントで運転できない場合がある。上述の例では、サンギヤ 121 の回転数を制限値 N_{lim} 以下に抑えるためにエンジン 150 の回転数を例えばポイント A4 で示される点まで増す必要がある。つまり、エンジン 150 を図 7 中のポイント A4 で運転する必要がある。このようにエンジン 150 を動作曲線 A から離れた運転ポイントで運転すれば、その分運転効率が低下する。かかる原因に基づき、パラレルモードでは、図 14 に示す通り要求トルクが T_b 以下の領域で更に運転効率が低下する。

【0152】

一方、シリーズモードでは、動力の循環やプラネタリギヤ 120 の回転数制限に基づく運転効率の低下が生じない。従って、図 14 に示す通り、要求トルクの変化に関わらず比較的安定した運転効率を得ることができる。但し、シリーズモードでは、エンジン 150 から出力された動力を全て一旦電力に変換する際の損失が大きく、最高の運転効率はパラレルモードよりも低い。

【0153】

本実施例では、このように要求トルクと車速との関係に応じてパラレルモードとシリーズモードとの運転効率を予め求め、運転効率がより高い運転モードを選択している。図 14 の例では、要求トルクが値 T_c 以上の領域では、パラレルモードを選択し、要求トルクが値 T_c 以下の領域ではシリーズモードを選択する。図 7 では、シリーズモードは動作曲線 A よりも要求トルクが低い領域に設定されているが、必ずしもかかる関係が維持されとは限らない。また、パラレルモードとシリーズモードとの頻繁な切り替えを抑制するために、一定のヒステリシスを設けて切り替えるようにすることもできるのは言うまでもない。

【0154】

以上で説明した本実施例のハイブリッド車両によれば、パラレルモードとシリーズモードとを車両の走行状態に応じて使い分けることができ、両者の特性を活かした運転を行うことができる。従って、ハイブリッド車両の運転効率を向上することができ、また乗り心地を改善することができる。

【0155】

具体的には、第1に先に図14および図7を用いて説明した通り、本実施例のハイブリッド車両は、車速および要求トルクに応じてパラレルモードとシリーズモードのうち、より運転効率が高い運転モードを選択して走行することができる。従って、パラレルモードまたはシリーズモードのいずれかの構成に固定されていた従来のハイブリッド車両に比較して、車両の走行状態に関わらず運転効率を向上することができる。

【0156】

第2に本実施例のハイブリッド車両は、図6の運転モード切り替え処理で説明した通り、エンジン150の始動および停止をシリーズモードで行っている。従って、トルクショックをほとんど生じることなくエンジン150の始動等を行うことができ、乗り心地を大きく向上することができる。

【0157】

第3に本実施例では、図7に示した通り、停車中および微速走行中にシリーズモードとしている。このため、かかる走行状態においてエンジン150の始動および停止が行われた場合のトルクショックを回避することができる他、運転モードの切り替えを伴うことなく、モータ140のみの動力を利用した走行状態からエンジン150の動力を利用して走行する状態への移行を行うことができる。従って、本実施例のハイブリッド車両によれば、走行状態を滑らかに移行することが可能となる。

【0158】

第4に本実施例では、運転モード切り替え処理（図6）で示した通り、後進時にシリーズモードを取るものとしている。エンジン150を運転しながら後進する際には、エンジン150からのトルクを相殺する必要がなくなり、モータ140から十分な後進トルクを出力することができる。また、エンジン150の運転状態に関わらずモータ140を容易に制御することができるため、滑らかな後進を実現することができる。全体の制御処理が容易になり制御ユニット190の負担が軽減されるという利点もある。

【0159】

第5に本実施例のハイブリッド車両では、クラッチ160およびブレーキ16

2の油圧を制御することによって、プラネタリギヤ120の回転軸に生じる共振を抑制することができる。従って、かかる共振に基づいて生じる車両の振動を抑制することができ、乗り心地を大きく向上することができる。また、プラネタリギヤ120の摩耗や破損を抑制し、寿命を延ばすことができる。

【0160】

本実施例のハイブリッド車両は、上述した種々の効果を得ることができるが、上記実施例で示した種々の制御は一例に過ぎない。例えば、図7に示した運転モードと走行状態との関係は、これに限らず、種々の設定が可能である。停車中、微速走行、および後進中においてもパラレルモードを取るものとしてもよい。かかる場合において、バッテリー194の残容量から充電が必要と判断された場合にシリーズモードへの切り替えを行ってエンジン150を始動することも可能である。

【0161】

本実施例では、エンジン150からの動力を機械的な動力と電力とに分配する機構としてプラネタリギヤ120およびモータ130を用いた。動力を分配する機構は他にも種々の構成が適用可能である。

【0162】

第1実施例の変形例としてのハイブリッド車両の構成を図16に示す。変形例のハイブリッド車両では、動力系統として、エンジン150、クラッチモータ230、モータ140Aを備える。クラッチモータ230とは、インナロータ232、アウトロータ233の同軸周りに相対的に回転可能な対ロータモータをいう。クラッチモータ230のインナロータ232は、エンジン150のクランクシャフト156に結合されている。アウトロータ233は、車軸116に結合されている。車軸116側には、第1実施例（図1）と同様、モータ140Aが結合されている。

【0163】

クラッチモータ230は、既に説明した通り、対ロータの同期電動発電機として構成されており、外周面に複数個の永久磁石を有するインナロータ232と、回転磁界を形成する三相コイルが巻回されたアウトロータ233とを備える。ク

クラッチモータ 2 3 0 はインナロータ 2 3 2 に備えられた永久磁石による磁界とアウトロータ 2 3 3 に備えられた三相コイルによって形成される磁界との相互作用により両者が相対的に回転駆動する電動機として動作し、場合によってはこれらの相互作用によりアウトロータ 2 3 3 に巻回された三相コイルの両端に起電力を生じさせる発電機としても動作する。三相コイルにはスリップリングを介して電力のやりとりがなされる。

【 0 1 6 4 】

クラッチモータ 2 3 0 はインナロータ 2 3 2 とアウトロータ 2 3 3 の双方が回転可能であるため、インナロータ 2 3 2 およびアウトロータ 2 3 3 の一方から入力された動力を他方に伝達することができる。クラッチモータ 2 3 0 を電動機として力行運転すれば他方の軸にはトルクが付加された動力が伝達されることになるし、電動発電機として回生運転すれば動力の一部を電力の形で取り出しつつ残余の動力を伝達することができる。また、力行運転も回生運転も行わなければ、動力が伝達されない状態となる。この状態は機械的なクラッチを解放にした状態に相当する。

【 0 1 6 5 】

変形例のハイブリッド車両は第 1 実施例（図 1）と同様、クラッチモータ 2 3 0 とモータ 1 4 0 A との間にクラッチ 1 6 0 A を備える。また、クラッチ 1 6 0 A の上流側にブレーキ 1 6 2 A を備える。クラッチ 1 6 0 A およびブレーキ 1 6 2 A の結合状態に応じて、変形例のハイブリッド車両は、種々の構成を取ることができる。

【 0 1 6 6 】

図 1 7 は、変形例のハイブリッド車両が取りうる構成を示す説明図である。クラッチ 1 6 0 A およびブレーキ 1 6 2 A を共に作動状態とした場合の構成 A 1 を図中の左上に示す。この結合状態は、第 1 実施例（図 2）の構成 A に相当する。かかる構成では、アウトロータ 2 3 3 の回転がブレーキ 1 6 2 A により制止される。クラッチ 1 6 0 A を結合した状態では、アウトロータ 2 3 3 と車軸 1 1 6 とが直結されている。従って、構成 A 1 では車軸 1 1 6 の回転もブレーキ 1 6 2 A により制止される。

【0167】

ブレーキ 162A を作動状態としつつ、クラッチ 160A をオフとした場合の構成 B1 を図中の右上に示す。この構成は、第 1 実施例（図 2）の構成 B に相当する。かかる構成では、構成 A1 と同様、アウトロータ 233 の回転がブレーキ 162A により制止される。但し、クラッチ 160A がオフとなっているため、車軸 116 は回転可能である。しかも、クラッチ 160A はモータ 140 よりも上流側に設けられているから、車軸 116 にはモータ 140 から動力を出力することができる。一方、クラッチモータ 230 の作用により、ブレーキ 162A によりアウトロータ 233 の回転が制止されてもエンジン 150 は回転可能である。従って、構成 B1 では、エンジン 150 から出力された動力をクラッチモータ 230 で電力として回生することが可能である。以上より、構成 B1 は、シリーズハイブリッド車両としての構成を有していることになる。

【0168】

次に、ブレーキ 162A をオフとしつつ、クラッチ 160A をオンにした構成 C1 を図中の左下に示す。この構成は、第 1 実施例（図 2）の構成 C に相当する。この状態では、アウトロータ 233 は車軸 116 とともに回転可能である。エンジン 150 から出力された動力は、クラッチモータ 230 で一部がアウトロータ 233 側に伝達されつつ、残余が電力として回生される。この電力はモータ 140A の駆動等に使用される。従って、構成 C1 は、パラレルハイブリッド車両としての構成を有していることになる。

【0169】

構成 C1 において、エンジン 150 から出力された動力を変換して車軸 116 に出力する方法について説明する。まず、アンダードライブ走行、即ちエンジン 150 から出力された動力を、回転数が低くトルクが高い状態に変換して出力する状態について説明する。構成 C1 の結合状態から明らかな通り、車軸 116 とアウトロータ 233 の回転数とは等しい。従って、アンダードライブ走行時には、クラッチモータ 230 のアウトロータ 233 はインナロータ 232 よりも低い回転数で回転する。これはインナロータ 232 からアウトロータ 233 に伝達されるトルクの方に対してクラッチモータ 230 が逆転している状態に相当する

。従って、クラッチモータ 230 ではインナロータ 232 とアウトロータ 233 の滑りに応じた電力を回生することができる。

【0170】

作用・反作用の原理により、インナロータ 232 とアウトロータ 233 とのトルクは等しい。従って、クラッチモータ 230 のアウトロータ 233 側に伝達されるトルクはエンジン 150 のトルクに等しい。アンダードライブ走行時には、エンジン 150 が出力するトルクよりも高いトルクが要求される。従って、モータ 140A に電力を供給して力行することにより、要求トルクとエンジン 150 から出力されるトルクとの差分に相当するトルクを出力する。この電力には、主としてクラッチモータ 230 で回生された電力が用いられる。従って、アンダードライブ走行時には、第 1 実施例のハイブリッド車両と同様、エンジン 150 から出力された動力の一部を回生した電力は、上流側に位置するクラッチモータ 230 から下流側に位置するモータ 140A に供給される。このため、変形例のハイブリッド車両はアンダードライブ時には動力の循環を生じない。

【0171】

次に、オーバードライブ走行、即ちエンジン 150 から出力された動力を、回転数が高くトルクが低い状態に変換して出力する状態について説明する。オーバードライブ走行時には、クラッチモータ 230 のアウトロータ 233 はインナロータ 232 よりも高い回転数で回転する。これはインナロータ 232 からアウトロータ 233 に伝達されるトルクの方角に対してクラッチモータ 230 が順方向に回転している状態に相当する。従って、クラッチモータ 230 はインナロータ 232 とアウトロータ 233 の滑りに応じた電力の供給を受けて力行される。

【0172】

オーバードライブ走行時には、エンジン 150 が出力するトルクよりも低いトルクが要求される。従って、モータ 140A で負荷を与えて車軸 116 に出力されるトルクを低減する。つまり、モータ 140A で電力を回生する。この電力は、主としてクラッチモータ 230 の力行に供給される。従って、オーバードライブ走行時には、第 1 実施例のハイブリッド車両と同様、エンジン 150 から出力された動力の一部が下流側に位置するモータ 140A で回生され、上流側に位置

するクラッチモータ 2 3 0 に供給される。このため、変形例のハイブリッド車両はオーバードライブ時には動力の循環を生じ、運転効率が低下する。

【0 1 7 3】

最後に、ブレーキ 1 6 2 A およびクラッチ 1 6 0 A の双方をオフにした場合の構成 D 1 を図中の右下に示す。この構成は、第 1 実施例（図 2）の構成 D に相当する。この状態では、アウトロータ 2 3 3 は自由に回転することができる。クラッチ 1 6 0 A がオフとなっているため、車軸 1 1 6 も回転可能である。但し、この場合には、エンジン 1 5 0 から出力された動力をクラッチモータ 2 3 0 で回生することができない。電力を回生するためには、インナロータ 2 3 2 とアウトロータ 2 3 3 との間に相対的な滑りが生じることが必要であるが、構成 D 1 では、アウトロータ 2 3 3 が自由に回転可能な状態であるため、両ロータ間で十分な滑りが生じないからである。構成 D 1 では、バッテリー 1 9 4 の充電状態に余裕がある場合であれば、モータ 1 4 0 A に電力を供給して走行することが可能である。

【0 1 7 4】

このように変形例のハイブリッド車両は、構成 A 1 ～構成 D 1 がそれぞれ第 1 実施例の構成 A ～構成 D に相当し、運転効率等の面でほぼ同等の性質を有している。従って、運転モードと車両の走行状態との関係（図 7）を、変形例のハイブリッド車両の構成に応じた適切な設定とすれば、第 1 実施例と同様の態様で本発明を適用することが可能である。この結果、変形例のハイブリッド車両によれば、第 1 実施例と同様、パラレルモードとシリーズモードの利点を活かした運転を実現することができ、運転効率および乗り心地の向上を図ることができる。

【0 1 7 5】

（3）第 2 実施例：

次に本発明の第 2 実施例としてのハイブリッド車両について説明する。図 1 8 は、第 2 実施例のハイブリッド車両の構成を示す説明図である。この実施例においても、動力系統として上流側からエンジン 1 5 0 と、モータ 1 3 0 B、1 4 0 B とが備えられており、三者がプラネタリギヤ 1 2 0 B を介して機械的に結合されている点では第 1 実施例と同じである。また、プラネタリギヤ 1 2 0 B とモータ 1 4 0 B との間に第 1 クラッチ 1 6 0 が設けられている点でも同様である。

【0176】

第2実施例では、第1実施例のブレーキ162に代えて、第2クラッチ161が設けられている点で相違する。第2クラッチ161は、プラネタリギヤ120Bのリングギヤ122Bとプラネタリキャリア123Bとの結合および切り離しを行う。動作は、制御ユニット190により制御される。なお、図の煩雑さを避けるため、図18では図示を省略したが、第1実施例と同様のセンサ類がそれぞれ設けられている。

【0177】

第2実施例のハイブリッド車両は、第1クラッチ160および第2クラッチ161の結合状態に応じて4通りの構成を取ることができる。図19は、第2実施例のハイブリッド車両の結合状態を示す説明図である。

【0178】

第1クラッチ160および第2クラッチ161を共に作動状態とした場合の構成A2を図中の左上に示す。かかる構成では、第2クラッチ161によりリングギヤ122Bとプラネタリキャリア123Bとが一体的に回転する。共線図の状態を考えれば明らかな通り、両者が一体的に回転する場合、モータ130Bも同一の回転数で回転する。また、第1クラッチ160を結合した状態では、リングギヤ122Bと車軸116とが直結されている。従って、構成A2ではエンジン150、モータ130B、モータ140Bおよび車軸116の全てが直結された状態に相当する。以下、この運転モードを直結モードと呼ぶ。かかる構成は、第1実施例と異なり、第2実施例特有の構成である。

【0179】

第2クラッチ161を作動状態としつつ、第1クラッチ160をオフとした場合の構成B2を図中の右上に示す。かかる構成では、構成A2と同様、第2クラッチ161によって、リングギヤ122Bとプラネタリキャリア123Bとが一体的に回転する。また、モータ130Bも同一の回転数で回転する。従って、エンジン150とモータ130Bとが直結した状態に相当する。一方、車軸116にはモータ140Bから動力を出力することができる。以上より、構成B2は、シリーズハイブリッド車両としての構成を有していることになる。

【0180】

次に、第2クラッチ161をオフとしつつ、第1クラッチ160をオンにした構成C2を図中の左下に示す。この状態では、プラネタリギヤ120Bは共線図に従って、3つのギヤがそれぞれ回転可能である。また、リングギヤ122Bは車軸116とともに回転可能である。かかる構成は、先に平行ハイブリッド車両の例として図34で説明した構成と同じである。従って、構成C2は、平行ハイブリッド車両としての構成を有していることになる。

【0181】

最後に、第2クラッチ161および第1クラッチ160の双方をオフにした場合の構成D2を図中の右下に示す。この状態では、プラネタリギヤ120Bは共線図に従って、3つのギヤがそれぞれ回転可能である。また、車軸116にはモータ140Bから動力を出力することができる。但し、この場合には、エンジン150から出力された動力をモータ130Bで回生することができない。構成D2では、第2クラッチ161をオフにしており、リングギヤ122Bの回転状態が決定されないため、モータ130で電力を回生することができないのである。

【0182】

第2実施例のハイブリッド車両の運転制御ルーチンについて説明する。運転制御ルーチン全体の流れは第1実施例（図5）と同様である。つまり、制御ユニット190のCPUは、運転モード切り替え処理を実行し（ステップS100）、エンジン150が始動または停止の場合には（ステップS200）、始動・停止制御処理を実行し（ステップS400）、その他の場合には通常のトルク制御処理を実行する（ステップS300）。これらの処理の後、CPUは共振抑制制御処理を実行する（ステップS500）。こうした一連の処理を繰り返し実行して第2実施例のハイブリッド車両は走行する。

【0183】

第2実施例では、上述の処理のうち運転モード切り替え処理の内容が第1実施例（図6）と相違する。図20は、第1実施例との相違点のフローチャートである。第1実施例の運転モード切り替え処理と同様、このルーチンが開始されると、CPUは車両の走行状態に関する諸量を読み込み（図6のステップS102

）、シフトポジションがRポジションであるか否か（ステップS104）、走行状態がシリーズ領域に該当するか否か（ステップS106）の条件に基づき、シリーズモードを選択するか否かを設定する。かかる判定は、第1実施例と同様、予め設定されたテーブルに基づいてなされる。

【0184】

第2実施例では、これらの条件に基づき、シリーズモードが選択されなかった場合、CPUは次に、走行状態が直結領域にあり、かつバッテリー194の残容量SOCが所定の値S1imよりも大きいかなんかを判定する（図20のステップS110）。これらの条件を満足する場合には、直結モードが選択され（ステップS112）、従前のモードから切り替えが必要である場合には、直結モードへの切り替え処理が行われる（ステップS114、S116）。これらの判定によりシリーズモードおよび直結モードのいずれも選択されなかった場合には、第1実施例と同様、バッテリー194の充電状態に基づいてエンジン150の始動および停止を行うべきかなんかが判定され（図6のステップS120）、エンジン150の始動および停止を行う必要がない場合には、パラレルモードが選択される（ステップS122～S126）。エンジン150の始動および停止を行うべき状態にある場合には、シリーズモードが選択される（ステップS130～S134）。

【0185】

シリーズ領域（図6のS106）および直結領域（図20のステップS110）の判断は、第1実施例と同様、車両の走行状態と運転モードとの関係を与えるテーブルに基づいてなされる。第2実施例におけるテーブルの例を図21に示した。図中のクロスハッチを施した領域DC1、DC2が直結領域である。斜線のハッチングを施した領域がパラレルモードの領域である。その他の領域がシリーズモードの領域である。本実施例の場合には、シリーズモードの領域は第1実施例と同じである。

【0186】

直結領域は、図19で示した直結モード（構成A1）の利点を活かす領域に設定されている。構成A1は、先に説明した通り、エンジン150、モータ130

B、モータ 140B が全て車軸に直結されたモードに相当する。従って、これら 3 つの動力源から出力されるトルクによって、パラレルモードよりも大きなトルクを出力することができる。また、直結モードでは、モータ 130B、140B を運転することなく、エンジン 150 から出力された動力を直接車軸 116 に出力することができる。この場合、モータ 130B、140B を運転することによる損失は生じない。従って、動作曲線上の運転ポイントと車軸 116 に要求される動力とが一致する場合には、直結モードによれば、非常に高い運転効率で走行することができる。第 2 実施例では、直結モードのかかる利点を活かし、大トルクが要求される領域 DC1 や走行トルクが比較的大きく、かつ動作曲線 A 近傍の領域 DC2 において直結モードを使用するものとしている。

【0187】

直結モードでは、モータ 130B およびモータ 140B の双方を力行する。従って、バッテリー 194 に十分余裕があることが望ましい。このため、第 2 実施例では、走行状態が直結領域に入っている場合のみならず、バッテリー 194 の残容量 SOC が所定の値 *Slim* よりも大きい場合にのみ直結モードを選択するものとしている。所定の値 *Slim* は、モータ 130B およびモータ 140B を力行するのに十分な残容量として予め設定された値である。

【0188】

第 2 実施例では、パラレルモードとシリーズモードとの切り替えは、2 通りの経路によって行われる。一つは第 1 実施例と同様の経路である。即ち、一旦第 1 クラッチ 160、第 2 クラッチ 162 の双方がオフとなる構成 D2 の状態を経てパラレルモードとシリーズモードとの切り替えを行う経路である。もう一つは、一旦第 1 クラッチ 160、第 2 クラッチ 162 の双方がオンとなる構成 A2 の状態を経てパラレルモードとシリーズモードとの切り替えを行う経路である。例えば、図 21 中の経路 Ps1 でパラレルモードとシリーズモードとの切り替えが行われる場合には、前者の経路が適用される。図 21 中の経路 Ps2 でパラレルモードとシリーズモードとの切り替えが行われる場合には、後者の経路が適用される。

【0189】

以上の処理により運転モードが設定されると、CPUは第1実施例と同様、トルク制御処理（図6のステップS300）または始動・停止制御処理（ステップS400）を実行する。それぞれのルーチンの内容は、第1実施例（図6および図10）と同様である。但し、モータ130B、モータ140Bの運転ポイントの設定値に第1実施例とは相違する部分がある。

【0190】

パラレルモードの構成（図19の構成C1）は、第1実施例のパラレルモード（図2の構成C）と同じである。従って、モータ130B、モータ140Bの運転ポイントの設定値は、トルク制御処理（図6）、始動・停止制御ルーチン（図10）ともに第1実施例の場合と同じである。

【0191】

シリーズモードの構成も第1実施例のシリーズモードとほぼ同じである。但し、第1実施例ではエンジン150とモータ130とはプラネタリギヤ120のギヤ比に応じて異なる回転数で回転していたのに対し、第2実施例ではモータ130Bがエンジン150と同じ回転数で回転する点で相違する。従って、第2実施例ではシリーズモードにおいて、モータ130Bの目標回転数N1およびトルクT1は、エンジン150の目標回転数Ne、トルクTeと同じ値に設定される。

【0192】

直結モードの場合には、エンジン150の運転ポイントの設定方法が第1実施例と相違する。先に説明した通り、直結モードでは、エンジン150の回転数と車軸116の回転数とが等しい。従って、直結モードでは、エンジン150の回転数が車軸116の回転数と等しくなる動作曲線A上の運転ポイントをエンジン150の運転ポイントとして設定する。こうして設定された運転ポイントにおけるエンジン150のトルクが要求トルクに一致する場合には、第2実施例のハイブリッド車両は、モータ130B、140Bの目標トルクを値0、即ち空転させた状態で走行する。直結モードでは、モータ130Bおよびモータ140Bの目標回転数N1、N2も車軸116の回転数と等しくなる。

【0193】

エンジン150の出力が要求トルクに不足する場合には、以下に示す通り、不

足分のトルクを補償するようにモータ 130B およびモータ 140B の運転ポイントが設定される。モータ 130B、140B の目標トルク T_1 、 T_2 は、両者の総和が上記不足分、即ち要求トルクからエンジン 150 の出力トルクを引いた値に等しくなるように設定される。モータ 130B、140B のトルクの配分は両者の運転効率を考慮して設定される。第 2 実施例では、モータ 130B とモータ 140B の出力定格の比で上記不足分のトルクを配分して、それぞれの目標トルク T_1 、 T_2 を設定している。モータ 130B とモータ 140B の定格が等しければ、目標トルクはそれぞれ上記不足分のトルクの半分ずつとなる。

【0194】

直結モードにおけるモータ 130B、140B のトルク配分は、これに限らず種々の設定が可能である。例えば、不足分のトルクが比較的小さい場合にはモータ 140B のみでトルクを出力し、モータ 140B では補償しきれない程、トルクが不足した場合にモータ 130B の力行を開始するものとしてもよい。

【0195】

以上の処理により、第 2 実施例のハイブリッド車両は要求された回転数およびトルクからなる動力を出力して走行することができる。CPU は第 1 実施例と同様、これらの制御処理に続いて共振抑制制御処理を実行する（図 7 のステップ S500）。

【0196】

第 2 実施例における共振抑制制御処理は、第 1 実施例とほぼ同じ処理である（図 11 参照）。第 1 実施例では、シリーズモードにおいて共振が発生した場合には、ブレーキ 162 の油圧を低減した。第 2 実施例では、ブレーキ 162 の油圧に変えて第 2 クラッチ 161 の油圧を低減する。つまり、第 1 実施例の共振抑制制御処理（図 11）のステップ S508 およびステップ S510 において、ブレーキ油圧に代えて、第 2 クラッチ油圧を用いれば、第 2 実施例におけるシリーズモードでの共振抑制制御処理を実現することができる。第 2 クラッチ 161 の油圧は、第 1 実施例のブレーキ油圧と同様のテーブル（図 12 参照）として予め設定されている。このテーブルは、第 1 実施例で説明した考え方に基づいて設定することができる。

【0197】

第1実施例では、パラレルモードにおいてリングギヤ軸に共振が発生した場合には、クラッチ160の油圧を低減した。第2実施例でもパラレルモードにおいて共振が発生した場合には、第1実施例と同様、第1クラッチ160の油圧を低減する。第1クラッチ160の油圧は、第1実施例と同様のテーブル（図13参照）として予め設定されている。さらに、第2実施例では、直結モードにおいてもパラレルモードと同様の制御処理を行う。つまり、リングギヤ軸に共振が発生した場合には、第1クラッチ160の油圧を低減する。従って、第2実施例では、第1実施例における共振抑制制御処理ルーチン（図11）のステップS512～S518をそのまま実行することにより、パラレルモードおよび直結モードにおける共振抑制制御を実現することができる。

【0198】

以上で説明した第2実施例のハイブリッド車両によれば、走行状態に応じてパラレルモードとシリーズモードとを使い分けて走行することができる。従って、第1実施例と同様、それぞれのモードの利点を活かした運転を実現することができ、ハイブリッド車両の運転効率および乗り心地を大きく向上することができる。

【0199】

また、第2実施例では直結モードを取ることによってさらに大きな利点を得ることができる。第1に直結モードでは、エンジン150、モータ130B、140Bの全てからトルクを出力することが可能となり、第1実施例の構成以上に大きなトルクを出力することが可能となる。従って、ハイブリッド車両の走行領域を拡大することができる。第2に直結モードでは、比較的限られた条件下ではあるが、エンジン150から出力された動力のみで走行することが可能となる。かかる走行状態では、モータ130B、140Bで電力を消費しない。また、エンジン150から出力された動力と電力との変換も伴わないため、かかる変換に伴う損失が生じない。従って、かかる走行状態では、非常に高い効率でハイブリッド車両を運転することができる。

【0200】

(4) 第3実施例：

次に、本発明の第3実施例としてのハイブリッド車両について説明する。図22は、第3実施例のハイブリッド車両の構成を示す説明図である。この実施例では、動力系統として上流側からエンジン150と、モータ140C、130Cとが備えられている。第1実施例および第2実施例では、エンジン150のクランクシャフト156に直結されているモータは存在しなかったのに対し、第3実施例では、モータ140Cが直結している点で相違する。

【0201】

第3実施例では、プラネタリギヤ120Cのプラネタリキャリア123Cにエンジン150のクランクシャフト156が結合し、サンギヤ121Cにモータ130Cが結合し、リングギヤ122Cに車軸116が結合している。モータ140Cとプラネタリギヤ120Cとの間にクラッチ160Cが設けられている。さらに、クラッチ160Cの下流側には、プラネタリキャリア123Cの回転を制止するブレーキ162Cが設けられている。クラッチ160Cおよびブレーキ162Cは第1実施例と同様、制御ユニット190により制御される。なお、図の煩雑さを避けるため、図22では図示を省略したが、第1実施例と同様のセンサ類がそれぞれ設けられている。

【0202】

第3実施例のハイブリッド車両は、クラッチ160Cおよびブレーキ162Cの結合状態に応じて4通りの構成を取ることができる。図23は、第3実施例のハイブリッド車両の結合状態を示す説明図である。

【0203】

クラッチ160Cおよびブレーキ162Cを共に作動状態とした場合の構成A3を図中の左上に示す。かかる構成では、プラネタリキャリア123Cの回転がブレーキ162Cにより制止される。クラッチ160Cを結合した状態では、プラネタリキャリア123Cとクランクシャフト156とが直結されている。従って、構成A3ではクランクシャフト156の回転もブレーキ162Cにより制止される。プラネタリキャリア123Cの回転が制止されても、サンギヤ121Cおよびリングギヤ122Cは回転可能である。従って、構成A3はエンジン15

0からの動力を利用することはできないが、モータ130Cからの動力によって走行することは可能な状態である。

【0204】

ブレーキ162Cを作動状態としつつ、クラッチ160Cをオフとした場合の構成B3を図中の右上に示す。かかる構成では、構成A3と同様、プラネタリキャリア123Cの回転がブレーキ162Cによって制止される。サンギヤ121Cおよびリングギヤ122Cは回転可能である。従って、モータ130Cからの動力によって走行することは可能である。一方、クラッチ160Cがオフとなっているため、エンジン150およびモータ140Cも自由に回転可能な状態である。従って、エンジン150からの動力によってモータ140Cで発電することができる。以上より、構成B3は、シリーズハイブリッド車両としての構成を有していることになる。以下、この構成をシリーズモードと呼ぶ。

【0205】

ブレーキ162Cをオフとしつつ、クラッチ160Cをオンにした構成C3を図中の左下に示す。この構成は、先にパラレルハイブリッド車両の例として図37で説明した構成と同じである。従って、第3実施例のハイブリッド車両において、ブレーキ162Cをオフとし、クラッチ160Cをオンとした構成C3は、パラレルハイブリッド車両としての構成を有していることになる。以下、この構成をパラレルモードと呼ぶ。

【0206】

最後に、ブレーキ162Cおよびクラッチ160Cの双方をオフにした場合の構成D3を図中の右下に示す。この状態では、プラネタリギヤ120Cは全てのギヤが自由に回転可能である。また、エンジン150から出力された動力をモータ140Cによって回生することが可能である。但し、この構成では、プラネタリキャリア123Cの回転状態が何ら拘束されていないため、モータ130Cから車軸116に動力を出力することができない。従って、構成D3は走行中には結合状態の切り替え時に過渡的に利用される構成である。

【0207】

第3実施例のハイブリッド車両の運転制御ルーチンについて説明する。運転制

御ルーチン全体の流れは第1実施例（図5）と同様である。つまり、制御ユニット190のCPUは、運転モード切り替え処理を実行し（ステップS100）、エンジン150が始動または停止の場合には（ステップS200）、始動・停止制御処理を実行し（ステップS400）、その他の場合には通常のトルク制御処理を実行する（ステップS300）。これらの処理の後、CPUは共振抑制制御処理を実行する（ステップS500）。こうした一連の処理を繰り返し実行して第3実施例のハイブリッド車両は走行する。

【0208】

第3実施例では、運転モード切り替え処理においてシリーズ領域を判定するテーブルの内容が第1実施例（図6）と相違する。第3実施例において、運転モードと走行状態との関係を与えるテーブルを図24に示す。図中のハッチングを施した領域がパラレルモードで走行すべき領域であり、その他の領域がシリーズモードで走行すべき領域である。

【0209】

第1実施例と同様、停車中および微速で走行中の領域ではシリーズモードを適用するものとしている。また、運転モード切替処理（図6）の内容から明らかな通り、シフトポジションがRポジションにある場合、およびエンジン150の始動・停止を行う場合にはシリーズモードが選択される点も第1実施例と同様である。第1実施例では通常の走行状態において、比較的低トルクが要求される領域でシリーズモードとしていたのに対し、第3実施例では比較的高トルクが要求される領域でシリーズモードとする点で相違する。

【0210】

第3実施例においても通常走行時の運転モードの設定は、第1実施例と同様、シリーズモードとパラレルモードとの運転効率を比較し、より運転効率の高いモードを選択することによって設定されている。第1実施例の場合、パラレルモードでは、先に図34～図36を用いて説明した通り、アンダードライブ走行時に循環を生じることなく動力を出力することができ、運転効率が高かった。従って、高いトルクが要求される領域において運転効率の高いパラレルモードが選択されていた。

【 0 2 1 1 】

第 3 実施例の構成では、先に図 3 7 ～ 図 3 9 を用いて説明した通り、第 1 実施例の構成とは逆の現象が生じる。つまり、エンジン 1 5 0 から出力される動力を高回転数、低トルクの状態に変換して出力するオーバードライブ走行時において、循環を生じることなく動力を出力することができ、運転効率が高くなる。従って、第 3 実施例では、第 1 実施例とは逆に、低いトルクが要求される領域において運転効率の高いパラレルモードが選択されるのである。

【 0 2 1 2 】

第 3 実施例では、パラレルモード（図 2 3 中の構成 C 3）とシリーズモード（構成 B 3）との切り替えは、図 2 3 の構成 D 3 を経て行われる。例えば、パラレルモード（構成 C 3）からシリーズモード（構成 B 3）に切り替える場合には、一旦クラッチ 1 6 0 C が切り離され D 3 の構成をとった後、ブレーキ 1 6 2 C によってプラネタリキャリア 1 2 3 C を保持する。かかる経路で切り替えを行うことにより、エンジン 1 5 0 の運転を停止することなくパラレルモードからシリーズモードへの切り替えを実行することが可能となる。シリーズモードからパラレルモードへの切り替え時においても、シリーズモードにおいてエンジン 1 5 0 の始動をした後、パラレルモードへの切り替えを実行することが可能となる。従って、構成 D 3 を経て運転モードの切り替えを行うことにより、エンジン 1 5 0 の始動および停止に伴うトルクショックを生じることなく、滑らかに運転モードを切り替えることが可能となる。

【 0 2 1 3 】

もっとも、構成 D 3 を経た切り替えでは、運転モードを切り替えるわずかな期間とはいえ動力を出力することができない期間が存在する。かかる期間を回避することが望ましい場合には、構成 A 3 を経た切り替えを行うものとしても構わない。

【 0 2 1 4 】

こうして運転モードの切り替え処理が実行されると、図 7 のフローチャートに示した通り、CPU はエンジン 1 5 0 の始動・停止をすべき状態か否かを判定し（ステップ S 2 0 0）、かかる状態にある場合は始動・停止制御処理（ステップ

S400)、その他の場合は通常のトルク制御処理(ステップS300)を実行する。これらの処理の内容は、それぞれ第1実施例で示した処理(図8および図10)と同様であるが、第3実施例では、モータ130C、140Cの運転ポイントの設定が第1実施例と相違する。

【0215】

シリーズモードの場合には、車軸116に要求される動力を全てモータ130Cで出力する。従って、モータ130Cの目標回転数 N_1 および目標トルク T_1 はプラネタリギヤ120Cについて成立する先に示した関係式(1)において、リングギヤ122の回転数 N_r 、トルク T_r に車軸116の目標回転数 N_{d*} および目標トルク T_{d*} を代入し、プラネタリキャリア123Cの回転数 N_c に値0を代入することにより、次の通り求めることができる。

$$N_1 = -N_{d*} / \rho ;$$

$$T_s = \rho T_{d*} ;$$

【0216】

モータ140Cはエンジン150と直結されている。従って、モータ140Cの目標回転数 N_2 、トルク T_2 は、それぞれエンジン150の目標回転数 N_e 、目標トルク T_e に一致する。

【0217】

パラレルモードの場合には、リングギヤ122の回転数 N_r が車軸116の目標回転数 N_{d*} と一致し、プラネタリキャリア123Cの回転数がエンジン150の目標回転数 N_e に一致するように、モータ130C、140Cの目標回転数が設定される。モータ140Cはエンジン150と同じ回転数で回転する。従ってモータ140Cの目標回転数 N_2 はエンジン150の目標回転数 N_e と一致する。モータ130Cの目標回転数 N_1 は先に示した式(1)において、リングギヤ122の回転数 N_r に車軸116の目標回転数 N_{d*} 、プラネタリキャリア123の回転数 N_c にエンジン150の目標回転数 N_e を代入することによって、次の通り設定される。

$$N_1 = (1 + \rho) / \rho \times N_e - N_{d*} / \rho ;$$

【0218】

また、モータ 130C、140C の目標トルク T_1 、 T_2 は、それぞれ車軸 116 に出力されるトルクが要求トルク T_d^* と一致するように設定される。先に示した式 (1) においてリングギヤ 122C のトルク T_{er} に車軸 116 の目標トルク T_d^* を代入すれば、サンギヤ 121C のトルク T_{es} およびプラネタリキャリア 123C のトルク T_c を次の通り求めることができる。

$$T_{es} = \rho T_d^* ;$$

$$T_c = (1 + \rho) T_d^* ;$$

【0219】

従って、モータ 130C は、上述のトルクをサンギヤ 121C に出力できるように目標トルク T_1 が設定される。具体的には、 $T_1 = T_{es}$ である。また、モータ 140C の目標トルク T_2 はエンジン 150 から出力されたトルク T_e を調整してプラネタリキャリア 123C に上述のトルクが出力されるように設定される。具体的には、「 $T_2 = T_c - T_d^*$ 」である。本実施例では、エンジン 150 からのトルクを高回転、低トルクに変換して出力するオーバードライブ状態においてパラレルモードが適用されるから、モータ 140C の目標トルク T_2 は、主として負の値をとる。つまり、モータ 140C は主として回生運転される。

【0220】

エンジンの始動・停止処理では、シリーズモードとなる。従って、モータ 140 の目標回転数 N_2 、目標トルク T_2 は、エンジン 150 の始動および停止を行うための運転ポイントに設定される。モータ 130C の運転ポイントは、上述したシリーズモードにおける設定と同様である。

【0221】

以上の処理により、第 3 実施例のハイブリッド車両は要求された回転数およびトルクからなる動力を出力して走行することができる。CPU は第 1 実施例と同様、これらの制御処理に続いて共振抑制制御処理を実行する（図 7 のステップ S500）。

【0222】

図 25 は、第 3 実施例における共振抑制制御処理のフローチャートである。第 3 実施例では、エンジン 150 の始動および停止を、プラネタリギヤ 120C よ

りも上流側に位置するモータ 1 4 0 C により行う。従って、エンジン 1 5 0 の始動および停止時にプラネタリギヤ 1 2 0 C の回転軸に共振を生じる可能性はほとんどない。従って、第 3 実施例では、車軸 1 1 6 に結合されたリングギヤ軸に生じる共振を抑制する制御を実行する。

【 0 2 2 3 】

図 2 5 に示す通り、共振抑制制御処理が開始されると、CPU は、リングギヤ軸が共振しているか否かを判定する（ステップ S 5 3 0）。この判定は、第 1 実施例の共振抑制制御処理（図 1 1 のステップ S 5 1 2）と同様、リングギヤ軸の回転数の検出結果をバンドパスフィルタで処理し、共振帯域に入っているか否かにより判定する。

【 0 2 2 4 】

リングギヤ軸が共振していない場合には、何も処理を行わずに共振抑制制御処理を終了する。リングギヤ軸が共振している場合には、共振経過時間を検出し（ステップ S 5 3 2）、経過時間に応じてプラネタリキャリア軸の保持力を設定する（ステップ S 5 3 4）。保持力は第 1 実施例と同様、経過時間に応じたテーブルとして予め設定されている。

【 0 2 2 5 】

但し、第 3 実施例では、運転モードに応じて保持力を設定する対象が相違する。シリーズモード（図 2 3 の構成 B 3）においては、プラネタリキャリア軸の回転を拘束しているのはブレーキ 1 6 2 C である。従って、シリーズモードでは、ブレーキ 1 6 2 C の油圧を低減する。パラレルモード（図 2 3 の構成 C 3）においては、プラネタリキャリア軸は、クラッチ 1 6 0 C によってエンジン 1 5 0 およびモータ 1 4 0 C と結合されることによって回転が拘束されている。従って、パラレルモードでは、クラッチ 1 6 0 C の油圧を低減する。第 3 実施例では、共振経過時間に応じてそれぞれの油圧を与えるテーブルを個別に用意しており、運転モードによって両者を使い分けている。それぞれのテーブルは第 1 実施例においてクラッチ 1 6 0 の油圧を与えるテーブル（図 1 3）と同様の考え方に基づき設定することが可能である。

【 0 2 2 6 】

こうしてプラネタリキャリア軸の保持力が設定されると、CPUは、運転モードに応じてクラッチ 1 6 0 C またはブレーキ 1 6 2 C を制御して、保持力を低減する（ステップ S 5 3 6）。

【 0 2 2 7 】

以上で説明した第 3 実施例のハイブリッド車両によれば、走行状態に応じてパラレルモードとシリーズモードとを使い分けて走行することができる。従って、第 1 実施例と同様、それぞれのモードの利点を活かした運転を実現することができる。ハイブリッド車両の運転効率および乗り心地を大きく向上することができる。

【 0 2 2 8 】

また、第 3 実施例では比較的低トルクの領域でパラレルモードを適用している（図 2 4 参照）。先に図 1 4 を用いて説明した通り、動力の循環が生じない走行状態では、パラレルモードの方がシリーズモードよりも高い運転効率を実現することができる。従って、第 3 実施例の構成は、比較的低トルクで走行されることが多いハイブリッド車両に有効に適用することができる。

【 0 2 2 9 】

第 3 実施例においても第 1 実施例と同様、変形例を構成することができる。図 2 6 は、第 3 実施例の変形例としてのハイブリッド車両の構成を示す説明図である。第 3 実施例では、動力の分配機構としてプラネタリギヤ 1 2 0 C およびモータ 1 3 0 C を組み合わせて使用した。変形例では、動力の分配機構をクラッチモータ 2 3 0 D を用いる点で相違する。クラッチモータ 2 3 0 D のインナロータ 2 3 2 D は、エンジン 1 5 0 のクランクシャフト 1 5 6 およびモータ 1 4 0 D に結合されている。アウトロータ 2 3 3 D は、車軸 1 1 6 に結合されている。

【 0 2 3 0 】

変形例のハイブリッド車両は、クラッチモータ 2 3 0 D とモータ 1 4 0 D との間にクラッチ 1 6 0 D を備える。また、クラッチ 1 6 0 D の下流側にブレーキ 1 6 2 D を備える。クラッチ 1 6 0 D およびブレーキ 1 6 2 D の結合状態に応じて、変形例のハイブリッド車両は、種々の構成を取ることができる。

【 0 2 3 1 】

図 27 は、変形例のハイブリッド車両が取りうる構成を示す説明図である。クラッチ 160D およびブレーキ 162D を共に作動状態とした場合の構成 A4 を図中の左上に示す。この結合状態は、第 3 実施例（図 23）の構成 A3 に相当する。かかる構成では、インナロータ 232D の回転がブレーキ 162D により制止される。クラッチ 160D を結合した状態では、インナロータ 232D とクラクシャフト 156、モータ 140D とが直結されている。従って、構成 A4 ではエンジン 150 およびモータ 140D を運転することができない。

【0232】

ブレーキ 162D を作動状態としつつ、クラッチ 160D をオフとした場合の構成 B4 を図中の右上に示す。この構成は、第 3 実施例（図 23）の構成 B3 に相当する。かかる構成では、構成 A4 と同様、インナロータ 232D の回転がブレーキ 162D により制止される。但し、クラッチ 160D がオフとなっているため、エンジン 150 からの動力によってモータ 140D を駆動して発電することができる。また、ブレーキ 162D によりインナロータ 232D の回転が制止されているため、クラッチモータ 230D から車軸 116 に動力を出力することが可能である。以上より、構成 B4 は、シリーズハイブリッド車両としての構成を有していることになる。

【0233】

次に、ブレーキ 162D をオフとしつつ、クラッチ 160D をオンにした構成 C4 を図中の左下に示す。この構成は、第 3 実施例（図 23）の構成 C3 に相当する。この状態では、アウトロータ 233 は車軸 116 とともに回転可能である。エンジン 150 から出力された動力は、一部がモータ 140D で回生される。残余の動力は、クラッチモータ 230D を力行することによって回転数が調整されて車軸 116 に出力される。クラッチモータ 230D を力行するための電力はモータ 140D で回生された電力が主として使用される。従って、構成 C4 は、パラレルハイブリッド車両としての構成を有していることになる。

【0234】

構成 C4 において、エンジン 150 から出力された動力を変換して車軸 116 に出力する方法について説明する。アンダードライブ走行時には、クラッチモ-

タ 230D のアウトロータ 233D はインナロータ 232D よりも低い回転数で回転する。このとき、クラッチモータ 230D ではインナロータ 232D とアウトロータ 233D の滑りに応じた電力を回生することができる。一方、エンジン 150 から出力されたトルク以上のトルクを車軸 116 から出力するために、モータ 140D は力行される。モータ 140D の力行に必要な電力は、クラッチモータ 230D で回生された電力が供給される。従って、アンダードライブ走行時には、第3実施例のハイブリッド車両と同様、エンジン 150 から出力された動力の一部を回生した電力は、下流側に位置するクラッチモータ 230D から上流側に位置するモータ 140A に供給される。このため、変形例のハイブリッド車両はアンダードライブ時には動力の循環を生じ、運転効率が低下する。

【0235】

オーバードライブ走行時には、クラッチモータ 230D のアウトロータ 233D はインナロータ 232D よりも高い回転数で回転する。従って、クラッチモータ 230D はインナロータ 232D とアウトロータ 233D の滑りに応じた電力の供給を受けて力行される。一方、オーバードライブ走行時には、モータ 140D により負荷を与えて、エンジン 150 が出力するトルクよりも低いトルクを車軸 116 から出力する。つまり、モータ 140D で電力を回生する。この電力は、主としてクラッチモータ 230D の力行に供給される。従って、オーバードライブ走行時には、第3実施例のハイブリッド車両と同様、エンジン 150 から出力された動力の一部が上流側に位置するモータ 140D で回生され、下流側に位置するクラッチモータ 230D に供給される。このため、変形例のハイブリッド車両はオーバードライブ時には動力の循環を生じない。

【0236】

最後に、ブレーキ 162D およびクラッチ 160D の双方をオフにした場合の構成 D4 を図中の右下に示す。この構成は、第3実施例（図 23）の構成 D3 に相当する。この状態では、アウトロータ 233D は自由に回転することができる。また、エンジン 150 およびモータ 140D も自由に回転することができる。但し、この場合には、インナロータ 232D の回転が拘束されていないため、クラッチモータ 2320D から車軸 116 に動力を出力することができない。

【0237】

このように変形例のハイブリッド車両は、構成A4～構成D4がそれぞれ第3実施例の構成A3～構成D3に相当し、運転効率等の面でほぼ同等の性質を有している。従って、運転モードと車両の走行状態との関係を、変形例のハイブリッド車両の構成に応じて適切な設定とすれば、第3実施例と同様の態様で本発明を適用することが可能である。この結果、変形例のハイブリッド車両でも、第3実施例と同様、パラレルモードとシリーズモードの利点を活かした運転を実現することができ、運転効率および乗り心地の向上を図ることができる。

【0238】

(5) 第4実施例：

次に、本発明の第4実施例としてのハイブリッド車両について説明する。図28は、第4実施例のハイブリッド車両の構成を示す説明図である。この実施例においても、動力系統として上流側からエンジン150と、モータ140E、130Eとが備えられており、エンジン150とモータ140Eとが直結されている点、およびモータ130Eがプラネタリギヤ120Eを介して機械的に結合されている点では第3実施例と同じである。また、プラネタリギヤ120Eとモータ140Eとの間に第1クラッチ160Eが設けられている点でも同様である。

【0239】

第4実施例では、第3実施例のブレーキ162Cに代えて、第2クラッチ161Eが設けられている点で相違する。第2クラッチ161Eは、プラネタリギヤ120Eのリングギヤ122Eとプラネタリキャリア123Eとの結合および切り離しを行う。動作は、制御ユニット190により制御される。なお、図の煩雑さを避けるため、図28では図示を省略したが、第1実施例と同様のセンサ類がそれぞれ設けられている。

【0240】

第4実施例のハイブリッド車両は、第1クラッチ160Eおよび第2クラッチ161Eの結合状態に応じて4通りの構成を取ることができる。図29は、第4実施例のハイブリッド車両の結合状態を示す説明図である。

【0241】

第1クラッチ160Eおよび第2クラッチ161Eを共に作動状態とした場合の構成A5を図中の左上に示す。かかる構成では、第2クラッチ161Eによりリングギヤ122Eとプラネタリキャリア123Eとが一体的に回転する。両者が一体的に回転する場合、モータ130Eも同一の回転数で回転する。また、第1クラッチ160Eを結合した状態では、エンジン150のクランクシャフト156と車軸116とが直結されている。従って、構成A5ではエンジン150、モータ140E、モータ130Eおよび車軸116の全てが直結された状態に相当する。以下、この運転モードを直結モードと呼ぶ。

【0242】

第2クラッチ161Eを作動状態としつつ、第1クラッチ160Eをオフとした場合の構成B5を図中の右上に示す。かかる構成では、構成A5と同様、第2クラッチ161Eによって、リングギヤ122Eとプラネタリキャリア123Eとが一体的に回転し、モータ130Eも同一の回転数で回転する。従って、車軸116とモータ130Eとが直結した状態に相当し、モータ130Eからの動力を車軸116に出力することができる。一方、エンジン150およびモータ140Eは自由に回転可能であり、エンジン150から出力された動力をモータ140Eで電力として回生することができる。従って、構成B5は、シリーズハイブリッド車両としての構成を有していることになる。

【0243】

次に、第2クラッチ161Eをオフとしつつ、第1クラッチ160Eをオンにした構成C5を図中の左下に示す。この構成は、第3実施例の構成C3に相当する。従って、構成C5は、パラレルハイブリッド車両としての構成を有していることになる。

【0244】

最後に、第2クラッチ161Eおよび第1クラッチ160Eの双方をオフにした場合の構成D5を図中の右下に示す。この状態では、プラネタリギヤ120Eは共線図に従って、3つのギヤがそれぞれ回転可能である。また、エンジン150からの動力をモータ140Eにより電力として回生可能である。但し、この場合には、プラネタリキャリア123Eの回転が拘束されていないため、モータ1

30Eから車軸116に動力を出力することができない。この構成は、第3実施例の構成D3に相当する。

【0245】

第4実施例のハイブリッド車両の運転制御ルーチンについて説明する。運転制御ルーチン全体の流れは第1実施例（図5）と同様である。つまり、制御ユニット190のCPUは、運転モード切り替え処理を実行し（ステップS100）、エンジン150が始動または停止の場合には（ステップS200）、始動・停止制御処理を実行し（ステップS400）、その他の場合には通常のトルク制御処理を実行する（ステップS300）。これらの処理の後、CPUは共振抑制制御処理を実行する（ステップS500）。こうした一連の処理を繰り返し実行して第4実施例のハイブリッド車両は走行する。

【0246】

第4実施例の運転モード切り替え処理の内容は、第2実施例（図6、図20）と同様である。まず、シフトポジションおよび走行状態に基づいてシリーズモードを選択するか否かを判定する（図6のステップS102～S106）。これらの条件に基づき、シリーズモードが選択されなかった場合、走行状態が直結領域にあり、かつバッテリー194の残容量SOCが所定の値Slimよりも大きければ直結モードを選択する（図20のステップS112）。これらの判定によりシリーズモードおよび直結モードのいずれも選択されなかった場合、エンジン150の始動および停止を行うべきと判定される場合には、シリーズモードが選択され、その他の場合にはパラレルモードが選択される（図6のステップS120～S134）。

【0247】

シリーズ領域および直結領域の判断は、これまでの実施例と同様、車両の走行状態と運転モードとの関係を与えるテーブルに基づいてなされる。第4実施例におけるテーブルの例を図30に示した。図中のクロスハッチを施した領域DC1、DC2が直結領域である。斜線のハッチングを施した領域がパラレルモードの領域である。その他の領域がシリーズモードの領域である。本実施例の場合、直結モードの領域は第2実施例と同じである。また、シリーズモードの領域は第3

実施例と同じである。

【0 2 4 8】

パラレルモードとシリーズモードとの切り替えは、第2実施例と同様、2通りの経路によって行われる。一つは、一旦第1クラッチ160E、第2クラッチ162Eの双方がオフとなる構成D5の状態を経てパラレルモードとシリーズモードとの切り替えを行う経路である。もう一つは、一旦第1クラッチ160E、第2クラッチ162Eの双方がオンとなる構成A5の直結モードを経てパラレルモードとシリーズモードとの切り替えを行う経路である。両者の経路は、第2実施例（図20）と同様、車両の走行状態が図30のテーブル中でどのような軌跡を描くかに応じて使い分けられる。

【0 2 4 9】

以上の処理により運転モードが設定されると、CPUは第1実施例と同様、トルク制御処理（図5のステップS300）または始動・停止制御処理（ステップS400）を実行する。それぞれのルーチンの内容は、第1実施例（図8および図10）と同様である。但し、モータ130E、モータ140Eの運転ポイントの設定値に第1実施例とは相違する部分がある。

【0 2 5 0】

パラレルモードの構成は、第3実施例と同じである。従って、モータ130E、モータ140Eの運転ポイントの設定値は、トルク制御処理（図8）、始動・停止制御ルーチン（図10）ともに第3実施例の場合と同じである。

【0 2 5 1】

シリーズモードの構成も第3実施例のシリーズモードとほぼ同じである。但し、第3実施例では車軸116とモータ130Eとはプラネタリギヤ120Eのギヤ比に応じて異なる回転数で回転していたのに対し、第4実施例ではモータ130Eが車軸116と同じ回転数で回転する点で相違する。従って、第4実施例ではシリーズモードにおいて、モータ130Eの目標回転数N1およびトルクT1が車軸116の目標回転数Nd*、トルクTd*と同じ値に設定される。

【0 2 5 2】

直結モードの場合、エンジンの運転ポイントは第2実施例と同様、エンジン1

50の回転数が車軸116の回転数と等しくなる動作曲線A上のポイントに設定される。こうして設定された運転ポイントにおけるエンジン150のトルクが要求トルクに一致する場合には、第4実施例のハイブリッド車両は、モータ130E、140Eの目標トルクを値0、即ち空転させた状態で走行する。

【0253】

エンジン150の出力が要求トルクに不足する場合には、不足分のトルクを補償するようにモータ130Eおよびモータ140Eの運転ポイントが設定される。両者の配分は、第2実施例の場合と同様、両モータの定格出力の比に基づいて設定される。もちろん、第4実施例においても、直結モードにおけるモータ130E、140Eのトルク配分は、これに限らず種々の設定が可能である。

【0254】

以上の処理により、第4実施例のハイブリッド車両は要求された回転数およびトルクからなる動力を出力して走行することができる。CPUは第1実施例と同様、これらの制御処理に続いて共振抑制制御処理を実行する（図5のステップS500）。

【0255】

第4実施例における共振抑制制御処理は、第3実施例と同じ処理である（図25参照）。第3実施例では、リングギヤ軸に共振が発生した場合には、クラッチ160Dまたはブレーキ162Dの油圧を低減した。第4実施例では、ブレーキ162Dの油圧に変えて第2クラッチ161Eの油圧を低減する。第2クラッチ161Eの油圧は、第3実施例のブレーキ油圧と同様のテーブルにより予め設定されている。

【0256】

第3実施例では、パラレルモードにおいてリングギヤ軸に共振が発生した場合には、クラッチ160Dの油圧を低減した。第4実施例でもパラレルモードにおいて共振が発生した場合には、第1実施例と同様、第1クラッチ160Eの油圧を低減する。第4実施例では、直結モードにおいてもパラレルモードと同様、第1クラッチ160Eの油圧を低減する。

【0257】

以上で説明した第4実施例のハイブリッド車両によれば、走行状態に応じてパラレルモードとシリーズモードとを使い分けて走行することができる。従って、第1実施例と同様、それぞれのモードの利点を活かした運転を実現することができる、ハイブリッド車両の運転効率および乗り心地を大きく向上することができる。

【0258】

また、第4実施例では直結モードを取ることによって第2実施例と同様の利点を得ることができる。つまり、エンジン150、モータ130E、140Eの全てからトルクを出力することにより、ハイブリッド車両の走行領域を拡大することができる。また、直結モードでは、非常に高い効率でハイブリッド車両を運転することができる。

【0259】

(6) 第5実施例：

次に、本発明の第5実施例としてのハイブリッド車両について説明する。第5実施例のハイブリッド車両の構成を図31に示す。この構成は、第1実施例のハイブリッド車両(図1)とほぼ同じである。クラッチ160およびブレーキ162の切り替えに応じて、図2に示す種々の構成を取り得る点でも同じである。第5実施例では、制御ユニット190に車両が走行する経路に関する情報を与えるための装置として、経路情報センサ200、道路データベース201が備えられている点で第1実施例のハイブリッド車両と相違する。

【0260】

道路データベース201は、主として電子化された道路地図を記憶するデータベースであり、ハードディスクや種々のCD-ROMその他のメディアを主体として構成される。道路データベース201には、各道路の位置のみならず高低に関する情報も記憶されている。また、運転者が予め入力した目的地および経路も記憶されている。

【0261】

経路情報センサ200とは、ハイブリッド車両の位置の検出と、走行する予定の経路に関していわゆる道路状況を取得するためのセンサである。ハイブリッド

車両の位置の検出は、例えば、人工衛星からの電波に基づいて緯度、経度を検出するセンサを用いることができる。慣性センサ、加速度センサなどを備え、車両の走行経緯から現在の位置を算出するものとしてもよい。道路状況の検出は、電波で送信されるこれらの情報を受信機によって受信することで行う。

【0262】

第5実施例のハイブリッド車両は、運転制御ルーチン（図5）において、運転モード切り替え処理の内容が第1実施例と相違する。第5実施例における運転モード切り替え処理の内容を図32に示す。このルーチンでは、CPUは、まず車両の走行状態に関する種々のパラメータに併せて経路情報の読み込みを行う（ステップS102）。入力される経路情報としては、走行予定の経路が、登坂路か降坂路か等の高低差に関する情報、いわゆる山道のようにカーブが多い道であるか否かという情報、通常の道路か高速自動車国道なのかという道路の種別に関する情報、そしていわゆる渋滞情報などが含まれる。

【0263】

次に、CPUは、経路情報を優先すべき場合には（ステップS103）、該経路情報に基づいて運転モードの設定および切り替えを行う（ステップS136）。その他の場合には、第1実施例と同様（図6参照）、車両の走行状態に応じて運転モードの設定および切り替えを行う。

【0264】

第5実施例では、経路情報を優先すべき場合として予め種々の場合が設定されている。かかる設定について図33を用いて説明する。図33は、第5実施例のハイブリッド車両の走行領域における各走行モードの使い分けを示す説明図である。

【0265】

第1の例として、走行予定の経路に登坂路が含まれており、車両が登坂路の手前の所定の範囲に接近したことが検出された場合には、パラレルモードを優先して使用するよう設定される。先に図14で説明した通り、パラレルモードの方がシリーズモードよりも高い運転効率を実現することができる。また、モータ130の定格に起因する充電効率の差もある。本実施例では、モータ130として

比較的定格の小さいモータを使用している。従って、発電能力の上限値も比較的小さい。かかる状況下では、走行に必要な動力とバッテリー 194 の充電に要する動力の総和に相当する動力をエンジン 150 から出力しても、その全てをモータ 130 で回生することができない場合がある。この結果、シリーズモードにおいては、バッテリー 194 の充電はモータ 130 の定格を超えない範囲で徐々に行う必要が生じる。一方、パラレルモードでは、エンジン 150 から出力される動力の一部を機械的な動力のまま車軸 116 に出力する。従って、モータ 130 で回生すべき電力のうち走行に要する電力、即ちモータ 140 に供給される電力を比較的小さくすることができる。この結果、パラレルモードでは、バッテリー 194 の充電に供する電力を大きく取ることができる。

【0266】

これらの理由により、パラレルモードを優先して使用することにより、電力の消費量が増す登坂路に備えて予めバッテリー 194 を充電するのに適した運転を行うことができる。なお、パラレルモードを優先した運転は、種々の態様により実現することができる。ステップ S136 において、該経路情報に基づいて運転モードの設定および切り替えを行う場合において、走行予定の経路に登坂路が含まれており、車両が登坂路の手前の所定の範囲に接近したことが検出されたときは、車両の走行状態に関わらずにパラレルモードに設定するものとしてもよい。また、運転モードを与えるテーブル（図 33）において、シリーズモードとパラレルモードの境界 BL を、パラレルモードの領域が拡張する方向（図中の矢印 Ar2 の方向）に変更するものとしてもよい。

【0267】

第 2 の例として、例えば、経路上に連続していないカーブ又はコーナーが存在し、車両がそのカーブ等の手前の所定の範囲に接近したことが検出されたときは、シリーズモードを優先して運転モードを設定する。かかるカーブまたはコーナーを走行する場合の車両の走行状態の軌跡を図 33 の曲線 C1 に示す。このように車両は、一旦減速した後、加速する。通常の設定によれば、カーブ等の走行時にはシリーズモード、パラレルモード、シリーズモードの順に頻繁に切り替えが行われることになる。頻繁な切り替えは車両の乗り心地を損ねるとともに、切り

替え時にはトルクの出力等に時間遅れが生じやすいため、カーブ等を走行する際の車両の応答性を損ねる。本実施例のハイブリッド車両では、経路情報としてかかる経路が検出された場合には、運転モードをシリーズモードに設定する。従って、頻繁な切り替えに伴う上述の弊害を回避することができる。もちろん、運転モードを与えるテーブル（図 3 3）の境界 B L を、シリーズモードの領域が拡張する方向（図中の矢印 A r 1 の方向）に変更するものとしてもよい。

【 0 2 6 8 】

第 3 の例として、例えば、経路上に連続したカーブ又はコーナーが存在し、車両がそのカーブ等の手前の所定の範囲に接近したことが検出されたときは、パラレルモードを優先して運転モードを設定する。かかるカーブまたはコーナーを走行する場合の車両の走行状態の軌跡を図 3 3 の曲線 C 2 に示す。連続したカーブ等の走行時には、車両は比較的低い速度、高トルクの領域で走行することが多い。従って、かかる経路が検出された場合に、運転モードをパラレルモードに設定することにより、頻繁な切り替えを回避することができる。もちろん、運転モードを与えるテーブル（図 3 3）の境界 B L を、パラレルモードの領域が拡張する方向（図中の矢印 A r 2 の方向）に変更するものとしてもよい。

【 0 2 6 9 】

第 4 の例として、例えば、車両が登坂路上にすることが検出されたときは、発進時にパラレルモードを用いる。登坂路での発進時の走行状態を図 3 3 中の曲線 C 3 に示す。かかる発進では、通常の発進よりも大きなトルクが要求される。従って、通常通りシリーズモードで発進を開始すると、その直後にパラレルモードへの切り替えが必要となる。大きなトルクが要求されている走行状態では、運転モードの切り替えを行わずに連続的にトルクを出力することが望ましい。登坂路での発進時にはパラレルモードで発進することにより、上述の切り替えを回避し、連続的にトルクを出力することが可能となる。なお、パラレルモードでの発進時には、最初からエンジン 1 5 0 の動力を利用してもよいが、モータ 1 4 0 の動力のみで発進するものとしてもよい。

【 0 2 7 0 】

第 5 の例として、車両が走行中の経路の勾配に応じて運転モード（図 3 3）の

境界 B L を変更し、いずれかの運転モードを優先的に用いる。例えば、登坂路では比較的大きなトルクが要求されるため、パラレルモードの領域で走行することが多い。従って、登坂路の勾配に応じて境界 B L をパラレルモードが拡張する側（図 3 3 中の矢印 A r 2 側）に変更することにより、走行中の頻繁な切り替えを抑制することができる。逆に、降坂路では、それほど大きなトルクが要求されないため、シリーズモードの領域で走行することが多い。従って、その勾配に応じて境界 B L をシリーズモードが拡張する側（図 3 3 の矢印 A r 1 側）に変更することにより、走行中の頻繁な切り替えを抑制することができる。

【0271】

なお、図 3 3 には示していないが、急な降坂路ではトルクが負の領域、即ち制動力をかけながら走行する場合もある。かかる場合には、モータ 1 4 0 での回生制動を行うが、更に勾配が急になれば、モータ 1 3 0 による回生制動およびエンジン 1 5 0 のエンジンブレーキも併用することが望ましい。モータ 1 3 0 による回生およびエンジンブレーキはパラレルモードにおいて用いることが可能となる。従って、非常に急な下り勾配が検出された場合には、パラレルモードを優先するように運転モードを切り替えるものとしてもよい。

【0272】

経路情報に基づく運転モードの設定は、更に種々の設定が可能である。例えば、経路に高速道路が含まれている場合、登坂路が検出された場合と同様、パラレルモードを優先する切り替えを行うことができる。高速走行時には登坂路の走行と同様、電力消費が増すため、予めバッテリー 1 9 4 の充電に適した運転モードを選択するのである。

【0273】

また、別の例として、例えば、走行予定の経路が渋滞しているとの情報が検出された場合、その手前の所定の範囲に接近してからは、シリーズモードを優先して使用するように設定することができる。渋滞時には、停車、発進、低速での走行が繰り返し行われるのが通常であるから、予めシリーズモードに設定することにより、切り替えの頻度を抑え、滑らかな運転を実現することができる。経路情報を優先して運転モードを切り替える処理は、これらに限らず更に多くの設定が

可能である。例えば、経路が市街地であるか否かに応じて運転モードを設定するものとしてもよい。

【0274】

以上で説明した第5実施例のハイブリッド車両によれば、車両の走行状態のみならず経路情報に基づいて適切な運転モードを設定することができる。従って、パラレルモードとシリーズモードの利点をより適切に使い分けることができ、ハイブリッド車両の運転効率および乗り心地をより向上することができる。

【0275】

第5実施例では、第1実施例と同じ構成を有するハイブリッド車両に経路情報センサ200および道路データベース201を付加した構成を説明した。これに限らず、他の実施例および変形例にそれぞれ経路情報センサ200および道路データベース201を付加した構成を取ることもできることは言うまでもない。

【0276】

以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明はこうした実施の形態に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、更に種々なる形態で実施し得ることは勿論である。例えば、本実施例のハイブリッド車両では、エンジンとしてガソリンエンジン150を用いたが、ディーゼルエンジンその他の動力源となる装置を用いることができる。また、本実施例では、モータとして全て三相同期モータを適用したが、誘導モータその他の交流モータおよび直流モータを用いるものとしてもよい。また、本実施例では、種々の制御処理をCPUがソフトウェアを実行することにより実現しているが、かかる制御処理をハード的に実現することもできる。当然、本発明は実施例のようなハイブリッド車両に限られず、例えば、船舶、航空機、工作機械など種々の動力出力装置に適用可能であることはいうまでもない。

【図面の簡単な説明】

【図1】

第1実施例としてのハイブリッド車両の全体構成を示す説明図である。

【図2】

第1実施例のハイブリッド車両の結合状態を示す説明図である。

【図 3】

プラネタリギヤの基本的動作を説明する共線図である。

【図 4】

車速とエンジン回転数の制限を示す説明図である。

【図 5】

運転制御ルーチンのフローチャートである。

【図 6】

運転モード切替処理ルーチンのフローチャートである。

【図 7】

第 1 実施例のハイブリッド車両の走行領域における各走行モードの使い分けを示す説明図である。

【図 8】

トルク制御ルーチンのフローチャートである。

【図 9】

エンジンの運転ポイントと運転効率との関係を示す説明図である。

【図 1 0】

始動・停止制御ルーチンのフローチャートである。

【図 1 1】

共振抑制制御処理ルーチンのフローチャートである。

【図 1 2】

ブレーキ油圧の設定を示す説明図である。

【図 1 3】

クラッチ油圧の設定を示す説明図である。

【図 1 4】

各運転モードと運転効率との関係を示す説明図である。

【図 1 5】

高速走行時の共線図である。

【図 1 6】

第 1 実施例の変形例としてのハイブリッド車両の構成を示す説明図である。

【図 1 7】

第 1 実施例の変形例としてのハイブリッド車両の結合状態を示す説明図である。

【図 1 8】

第 2 実施例としてのハイブリッド車両の全体構成を示す説明図である。

【図 1 9】

第 2 実施例のハイブリッド車両の結合状態を示す説明図である。

【図 2 0】

第 2 実施例における運転モード切替処理ルーチンのフローチャートである。

【図 2 1】

第 2 実施例のハイブリッド車両の走行領域における各走行モードの使い分けを示す説明図である。

【図 2 2】

第 3 実施例としてのハイブリッド車両の全体構成を示す説明図である。

【図 2 3】

第 3 実施例のハイブリッド車両の結合状態を示す説明図である。

【図 2 4】

第 3 実施例のハイブリッド車両の走行領域における各走行モードの使い分けを示す説明図である。

【図 2 5】

第 3 実施例における共振抑制制御処理ルーチンのフローチャートである。

【図 2 6】

第 3 実施例の変形例としてのハイブリッド車両の構成を示す説明図である。

【図 2 7】

第 3 実施例の変形例としてのハイブリッド車両の結合状態を示す説明図である。

【図 2 8】

第 4 実施例としてのハイブリッド車両の全体構成を示す説明図である。

【図 2 9】

第 4 実施例のハイブリッド車両の結合状態を示す説明図である。

【図 3 0】

第 4 実施例のハイブリッド車両の走行領域における各走行モードの使い分けを示す説明図である。

【図 3 1】

第 5 実施例としてのハイブリッド車両の全体構成を示す説明図である。

【図 3 2】

第 5 実施例における運転モード切替処理ルーチンのフローチャートである。

【図 3 3】

第 5 実施例のハイブリッド車両の走行領域における各走行モードの使い分けを示す説明図である。

【図 3 4】

従来のハイブリッド車両について、アシストモータを車軸に結合した場合の構成を示す説明図である。

【図 3 5】

従来のハイブリッド車両について、アシストモータを車軸に結合した場合における、アンダードライブ走行時の動力の伝達の様子を示す説明図である。

【図 3 6】

従来のハイブリッド車両について、アシストモータを車軸に結合した場合における、オーバードライブ走行時の動力の伝達の様子を示す説明図である。

【図 3 7】

従来のハイブリッド車両について、アシストモータをクランクシャフトに結合した場合の構成を示す説明図である。

【図 3 8】

従来のハイブリッド車両について、アシストモータをクランクシャフトに結合した場合における、アンダードライブ走行時の動力の伝達の様子を示す説明図である。

【図 3 9】

従来のハイブリッド車両について、アシストモータをクランクシャフトに結合

した場合における、オーバードライブ走行時の動力の伝達の様子を示す説明図である。

【符号の説明】

1 1 6 … 車軸
1 1 7、1 1 8、1 1 9 … 回転数センサ
1 2 0、1 2 0 B、1 2 0 C、1 2 0 E … プラネタリギヤ
1 2 1、1 2 1 C … サンギヤ
1 2 2、1 2 2 B、1 2 2 C、1 2 2 E … リングギヤ
1 2 3 … プラネタリキャリア
1 2 3 B … プラネタリキャリア
1 2 3 C … プラネタリキャリア
1 2 3 E … プラネタリキャリア
1 3 0、1 3 0 B、1 3 0 C、1 3 0 E … モータ
1 3 2 … ロータ
1 3 3 … ステータ
1 4 0、1 4 0 A、1 4 0 B、1 4 0 C、1 4 0 D、1 4 0 E … モータ
1 4 2 … ロータ
1 4 3 … ステータ
1 5 0 … エンジン
1 5 6 … クランクシャフト
1 6 0、1 6 0 A、1 6 0 C、1 6 0 D、1 6 0 E … クラッチ
1 6 1、1 6 1 E … 第 2 クラッチ
1 6 2、1 6 2 A、1 6 2 C、1 6 2 D、1 6 2 E … ブレーキ
1 6 5 … アクセルペダルポジションセンサ
1 6 6 … シフトポジションセンサ
1 9 0 … 制御ユニット
1 9 1、1 9 2 … 駆動回路
1 9 4 … バッテリ
2 0 0 … 経路情報センサ

201…道路データベース

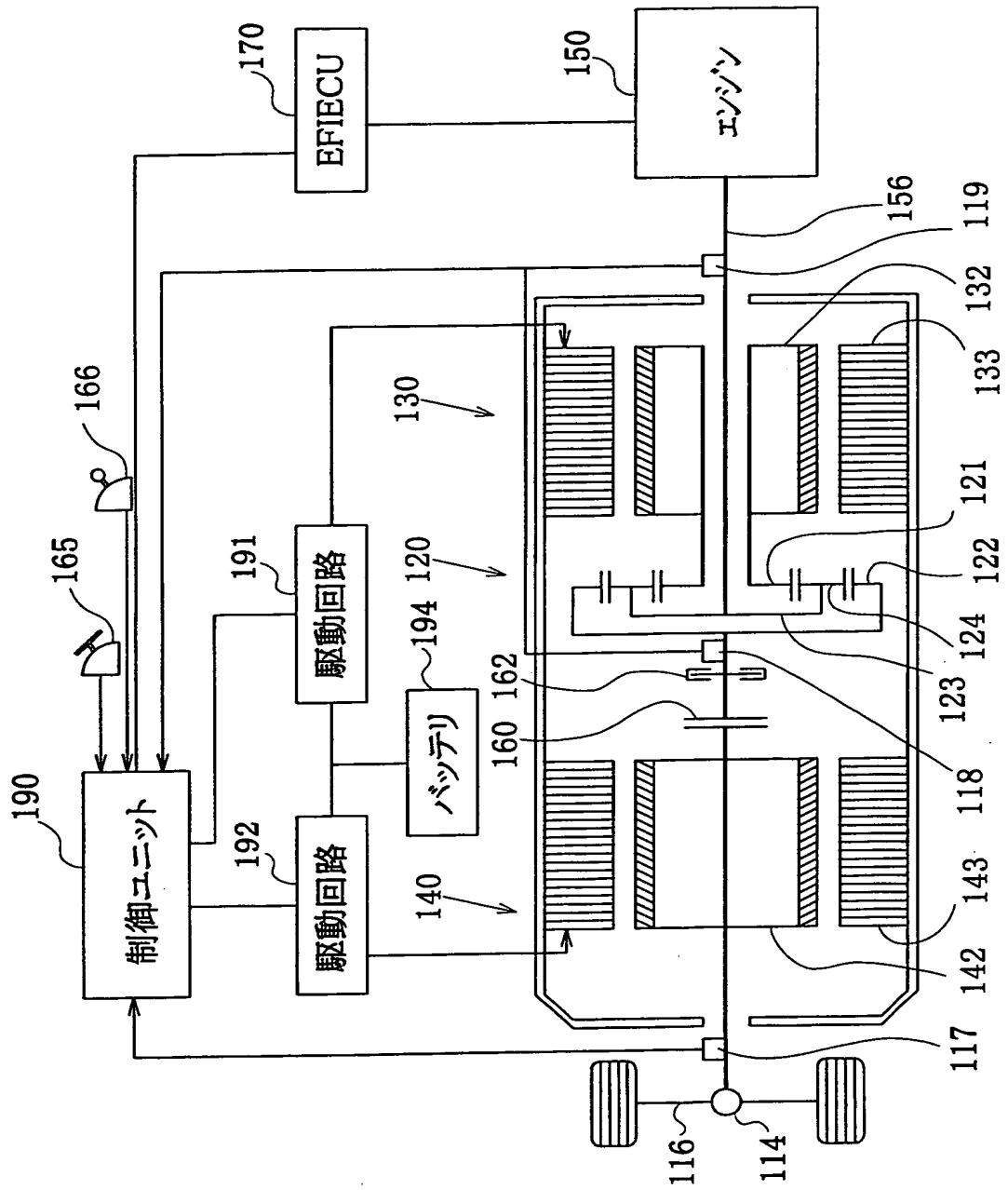
230、230D…クラッチモータ

232、232D…インナロータ

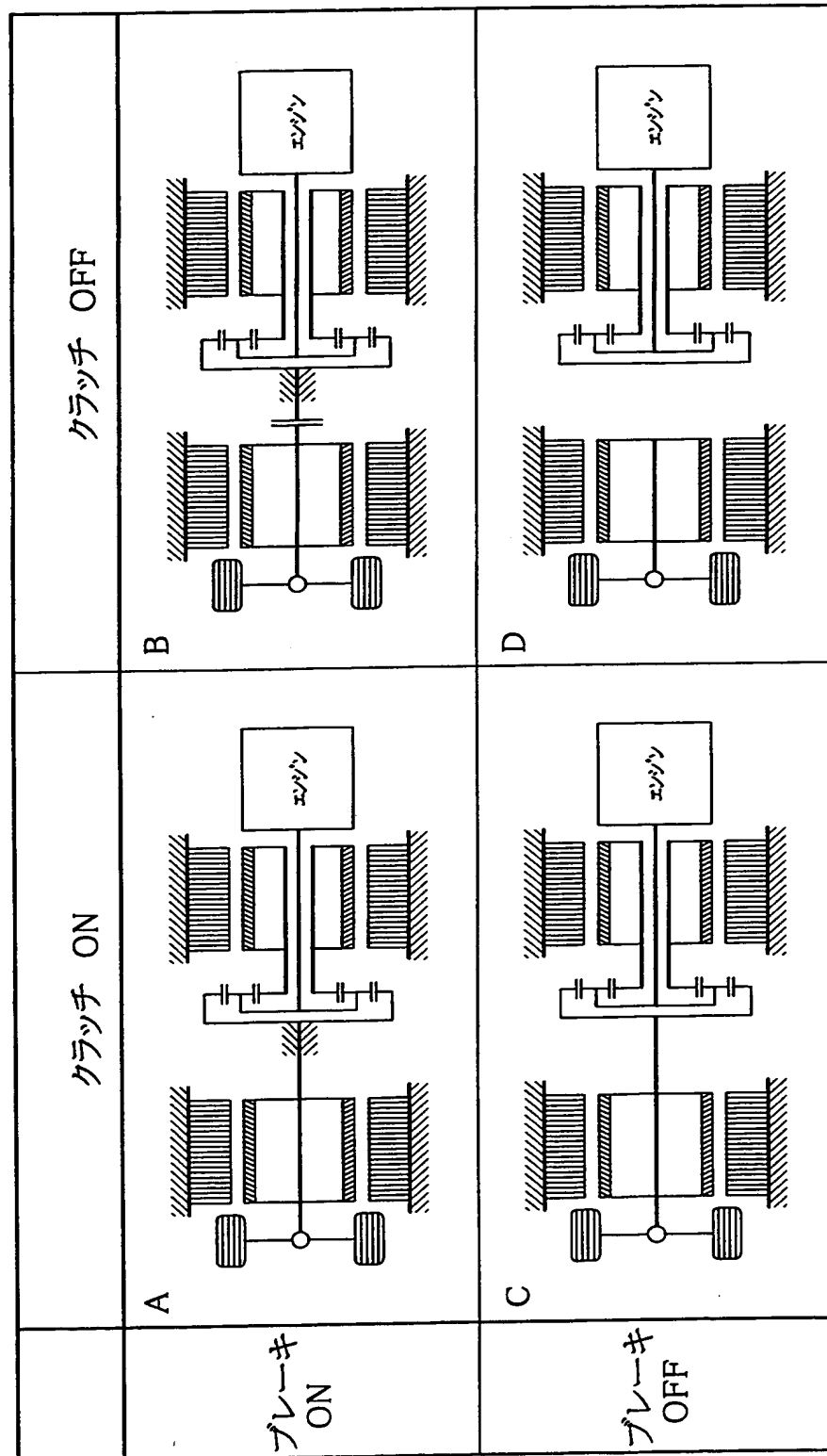
233、233D…アウトロータ

【書類名】 図面

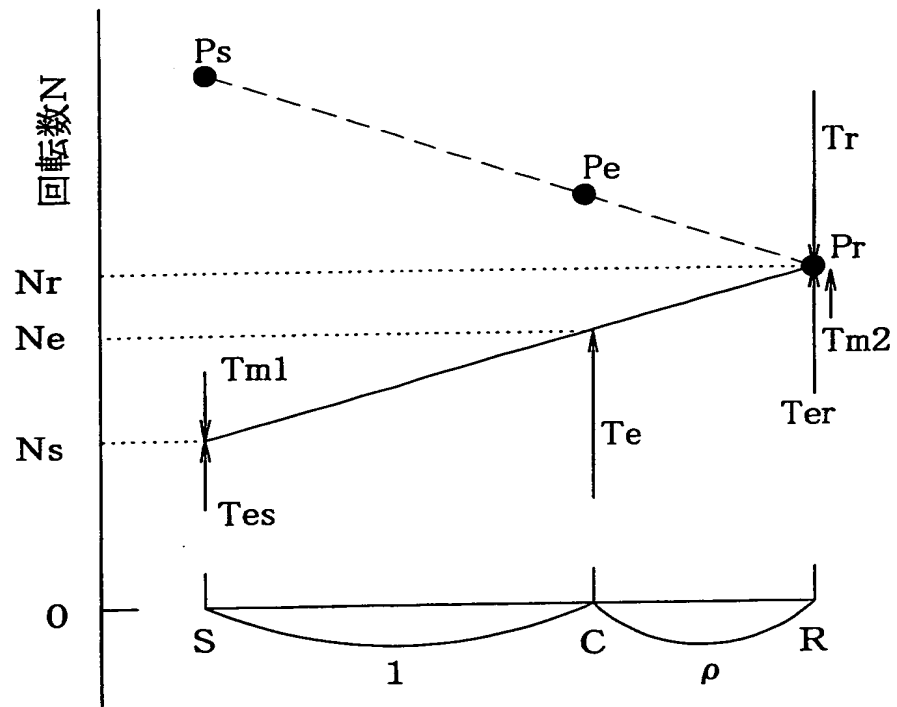
【図 1】



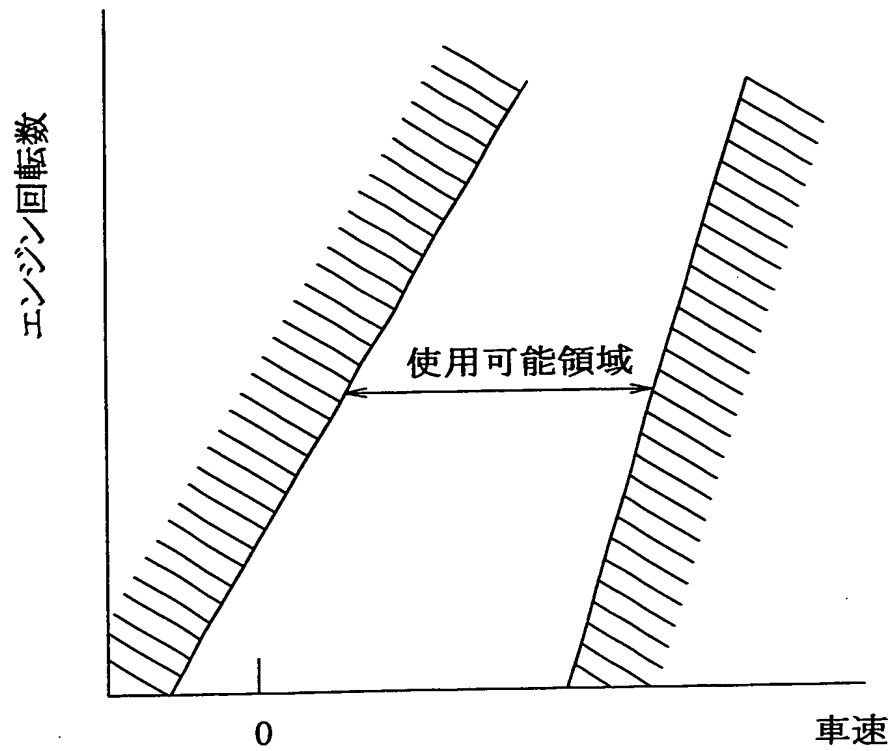
【図 2】



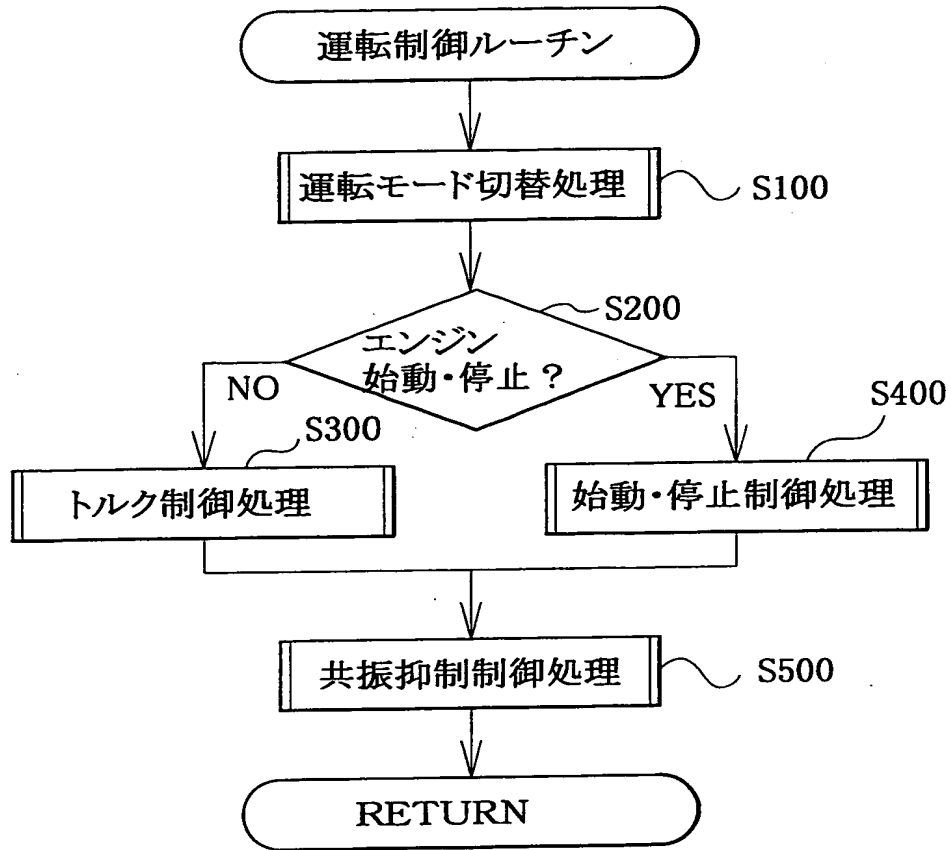
【図 3】



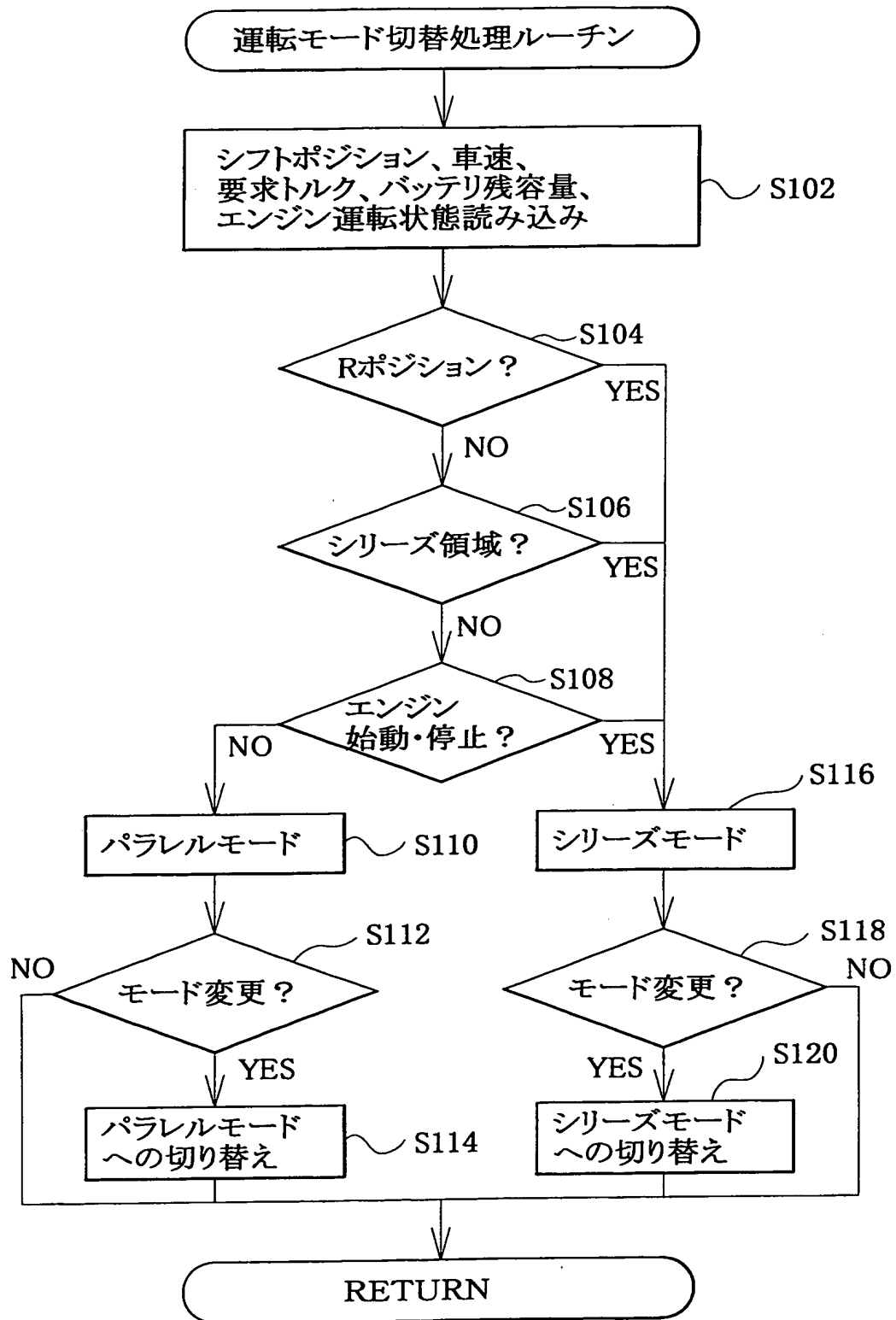
【図 4】



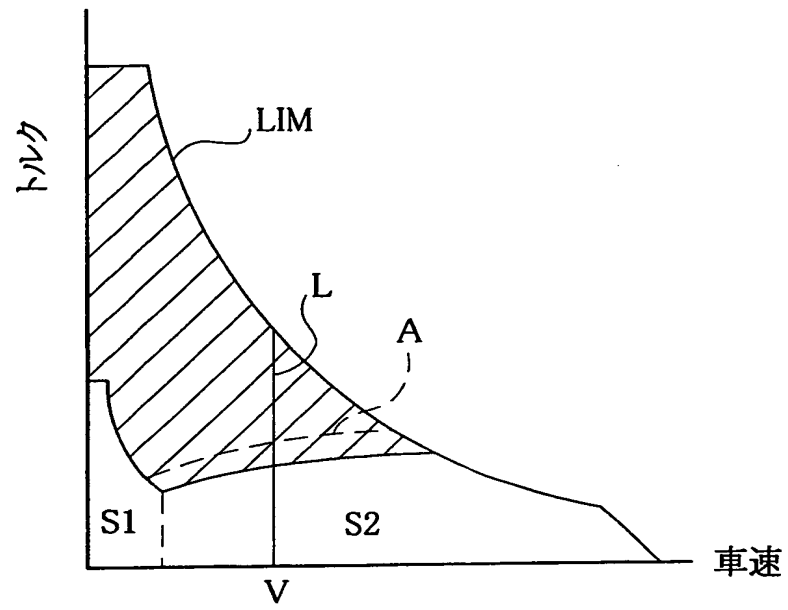
【図 5】



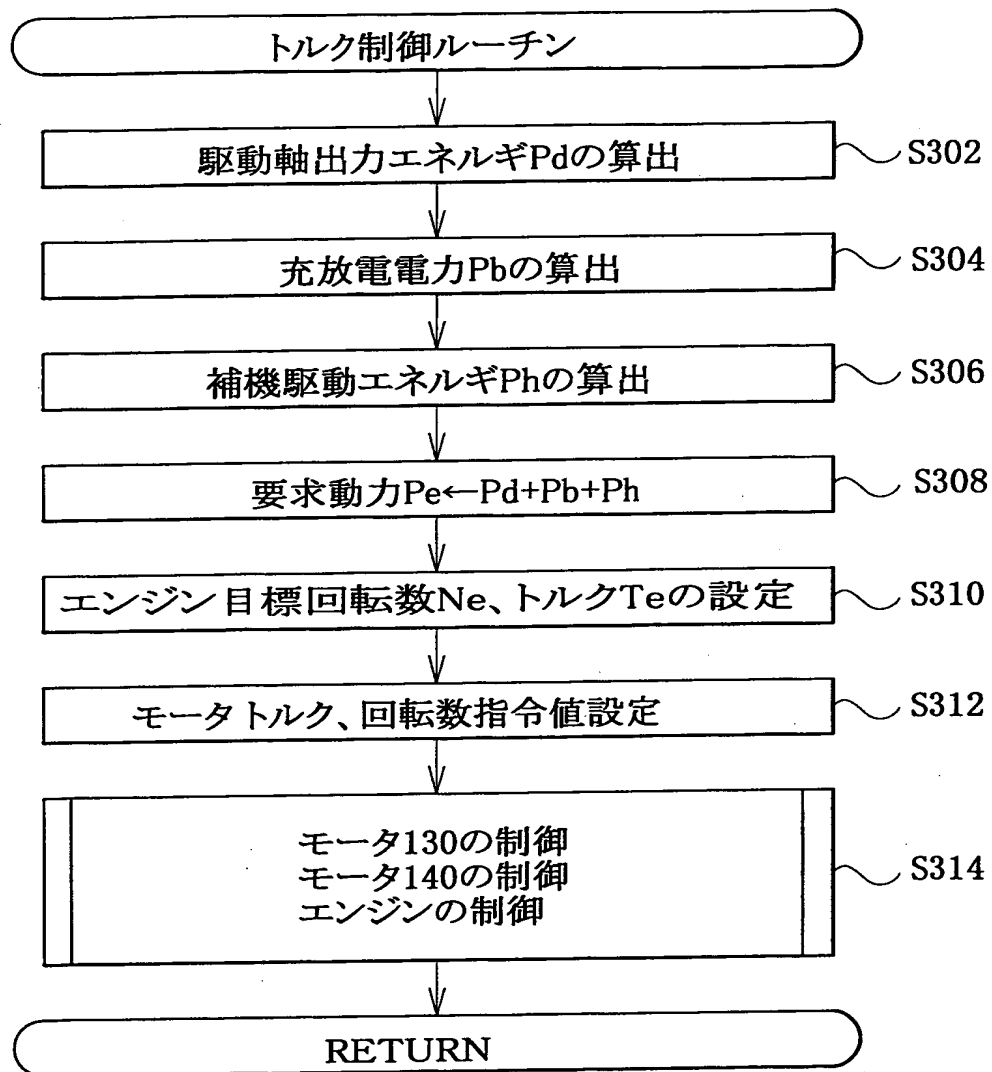
【図6】



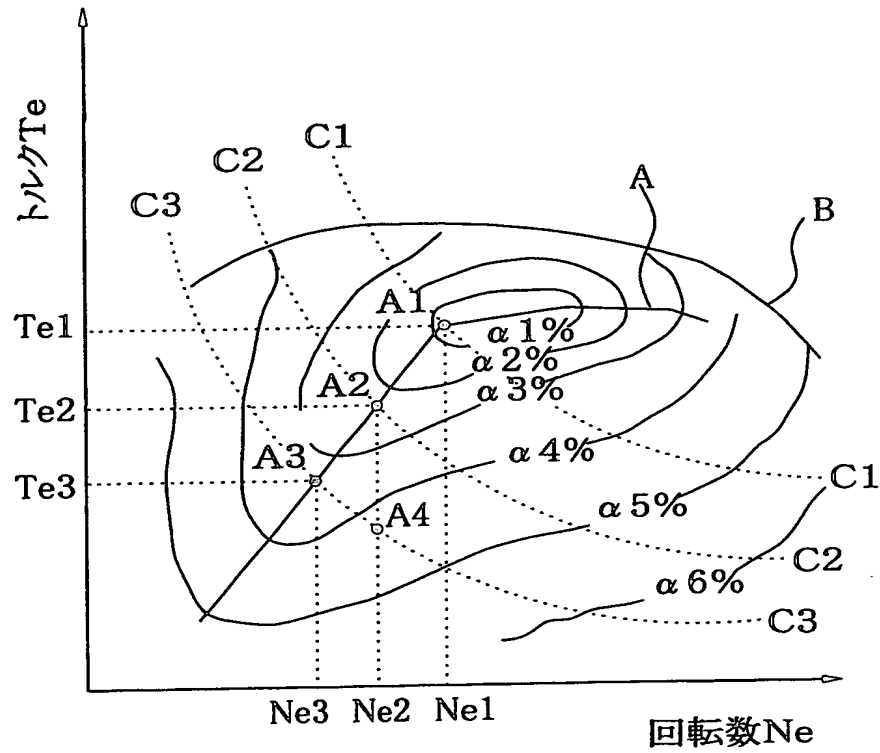
【図 7】



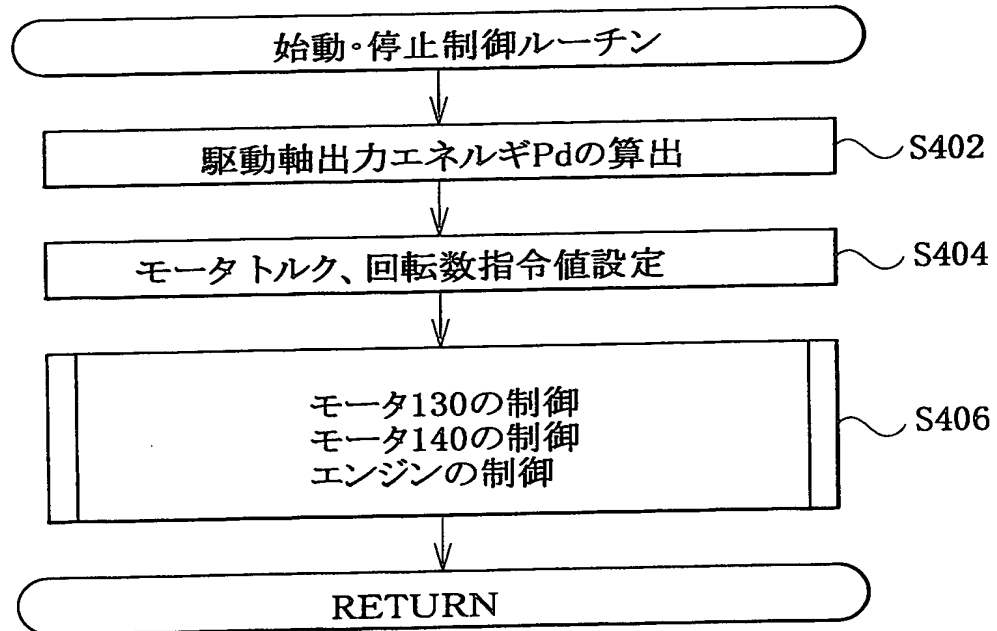
【図 8】



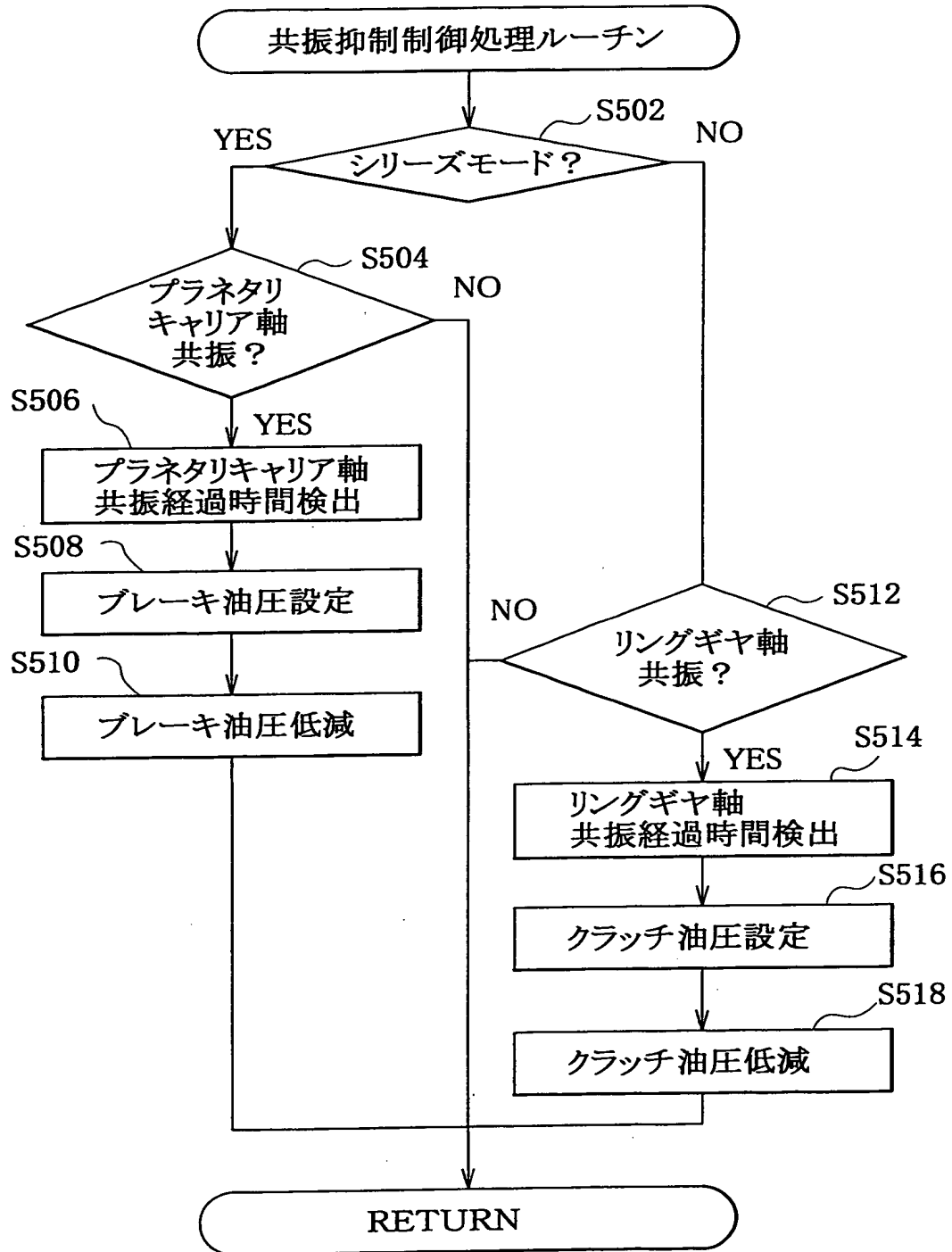
【図 9】



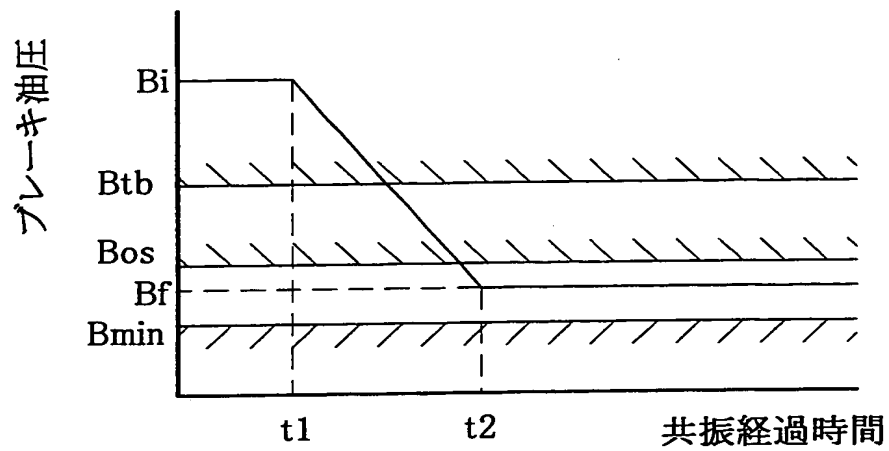
【図 1 0】



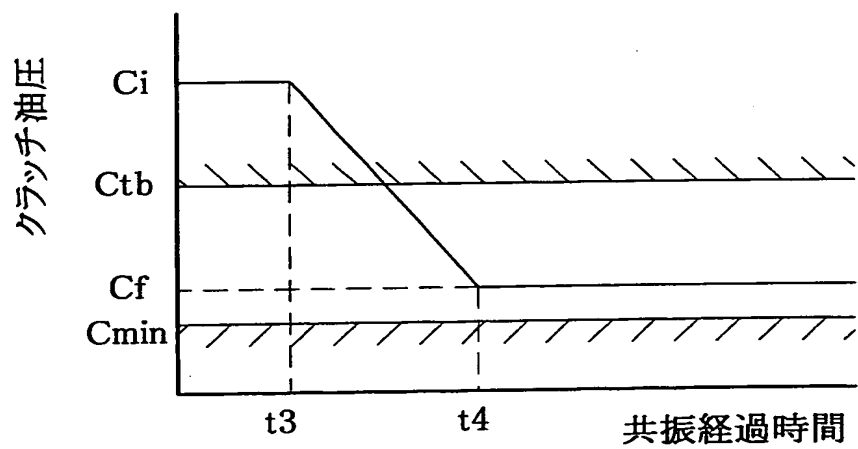
【図 11】



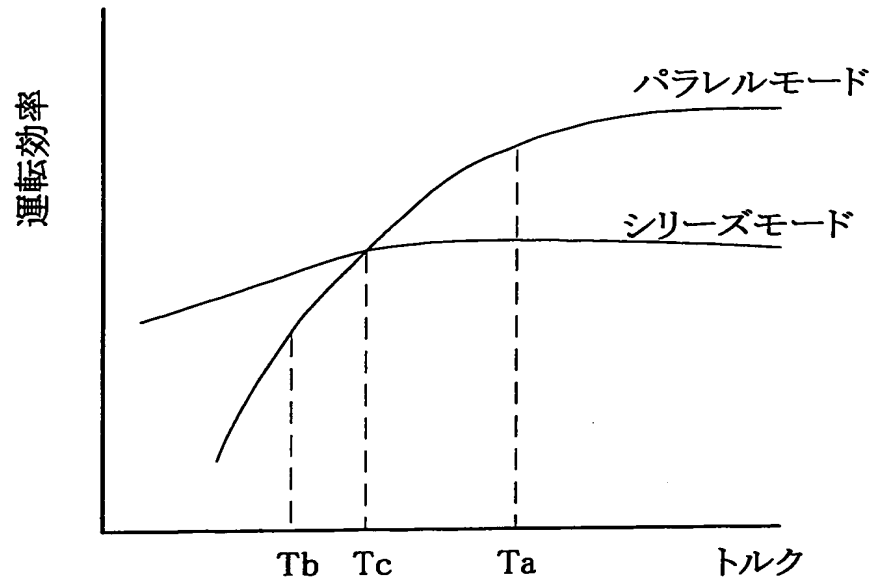
【図 12】



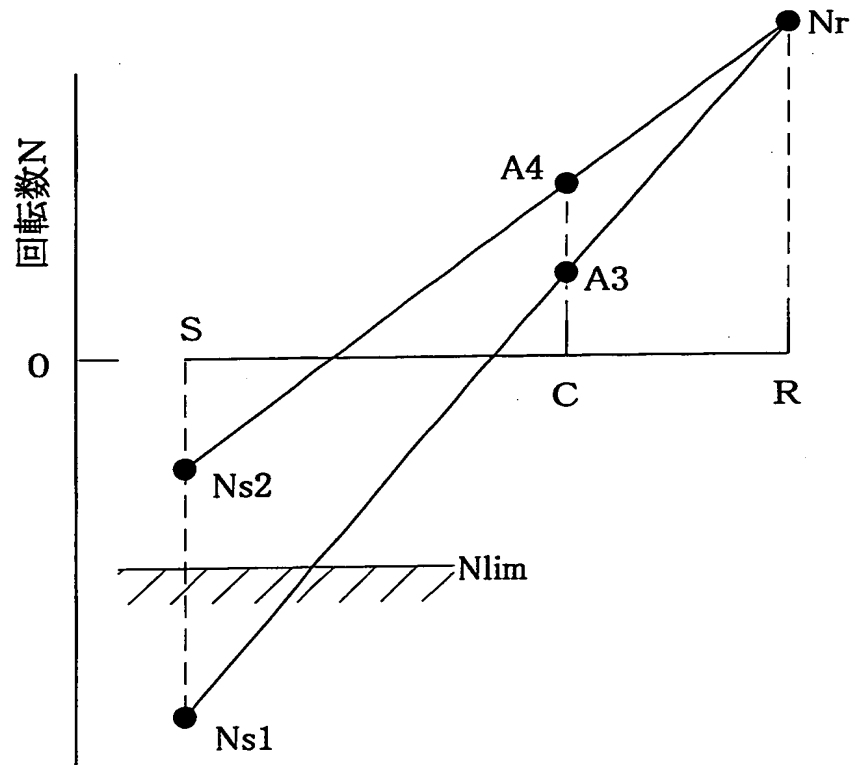
【図 13】



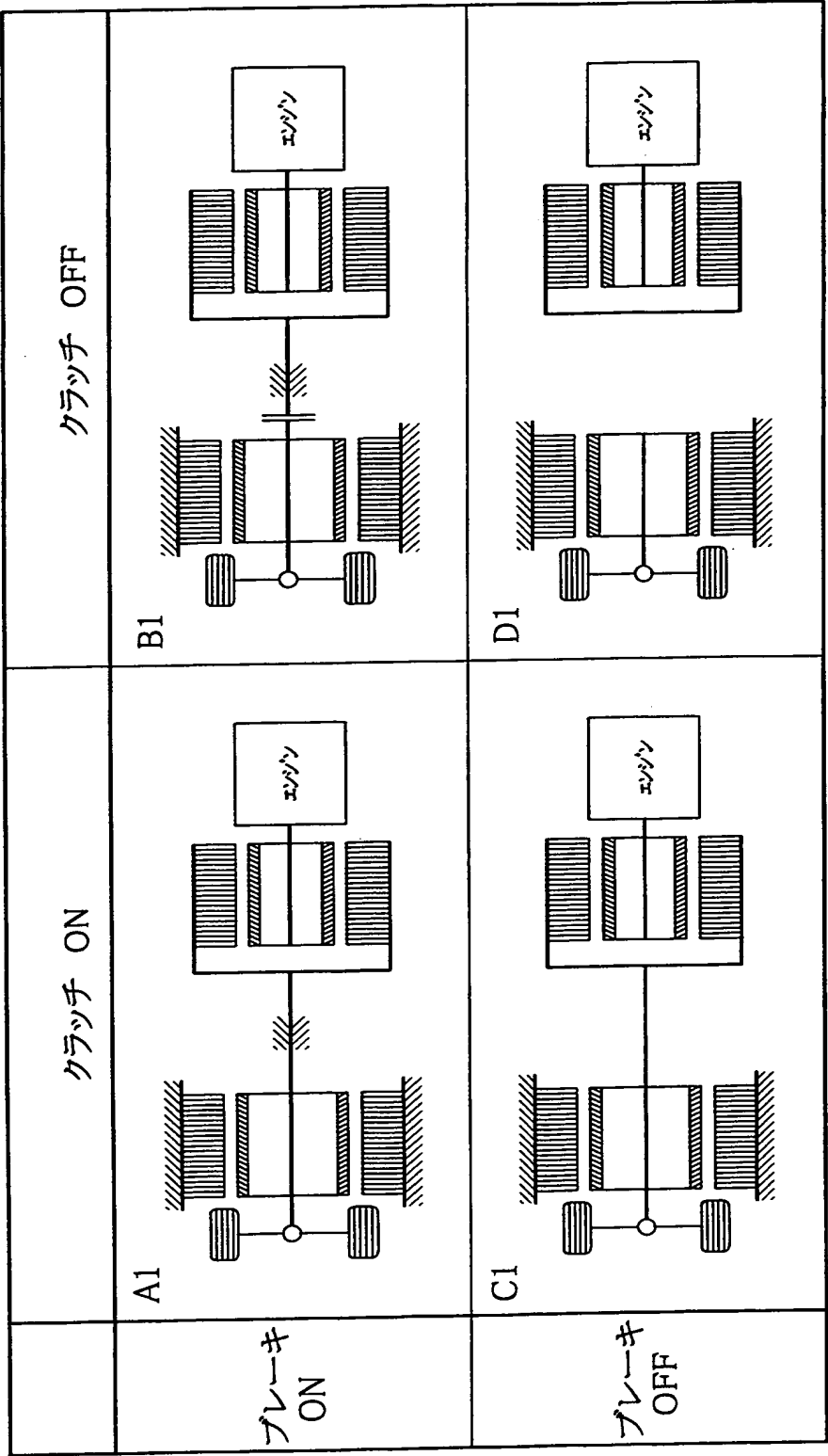
【図 14】



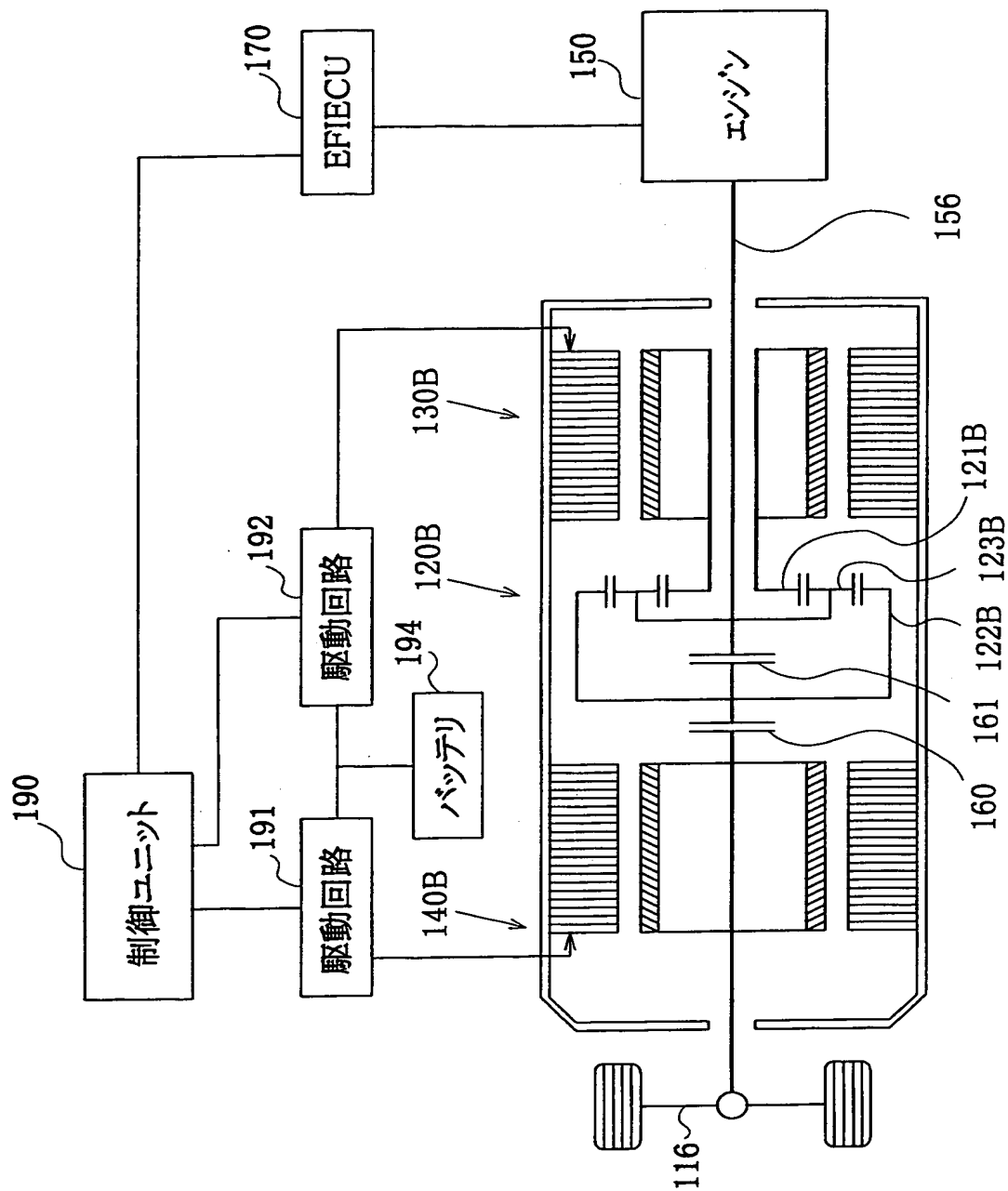
【図 15】



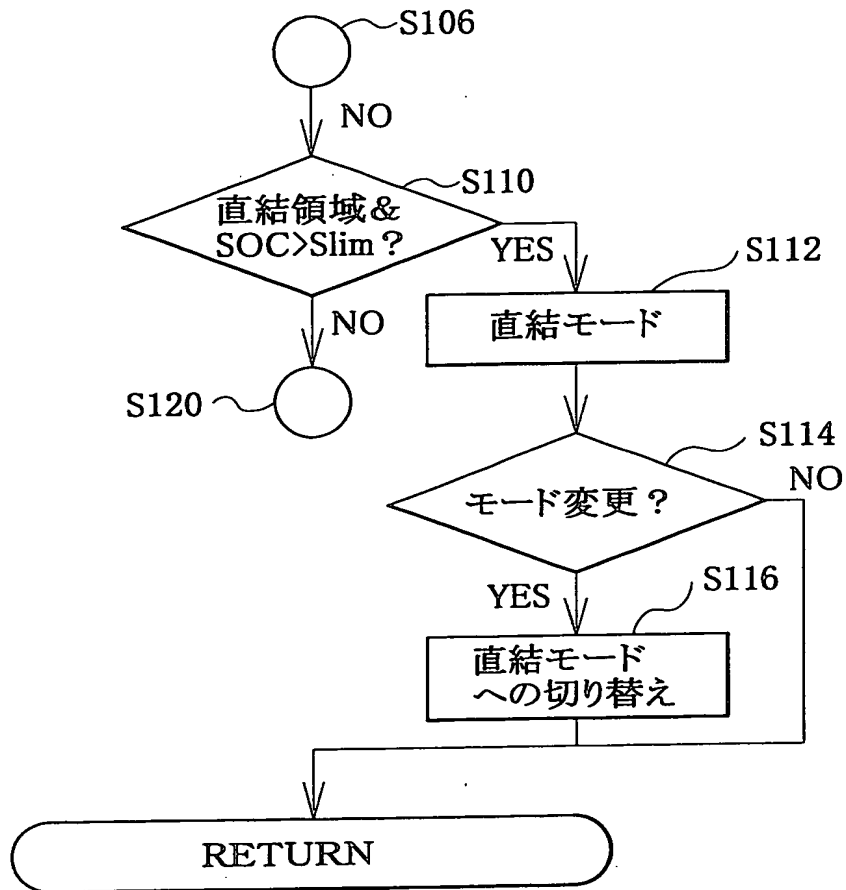
【図 17】



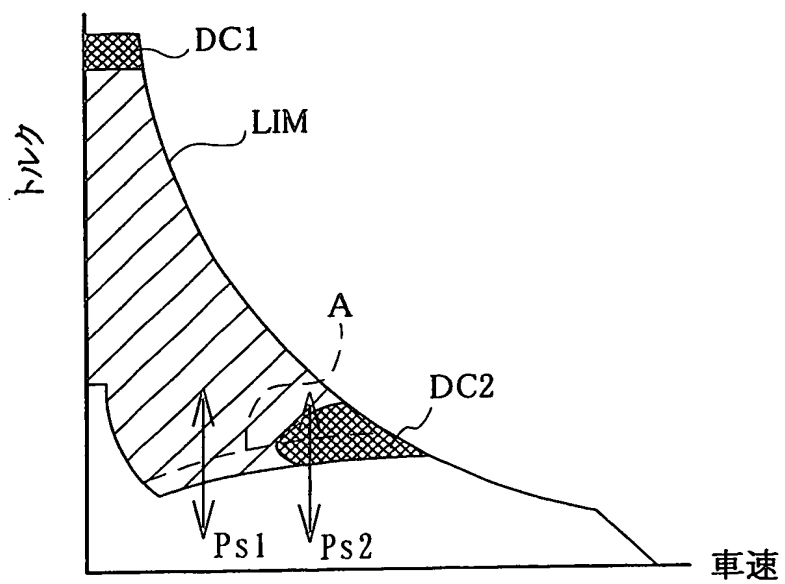
【図 18】



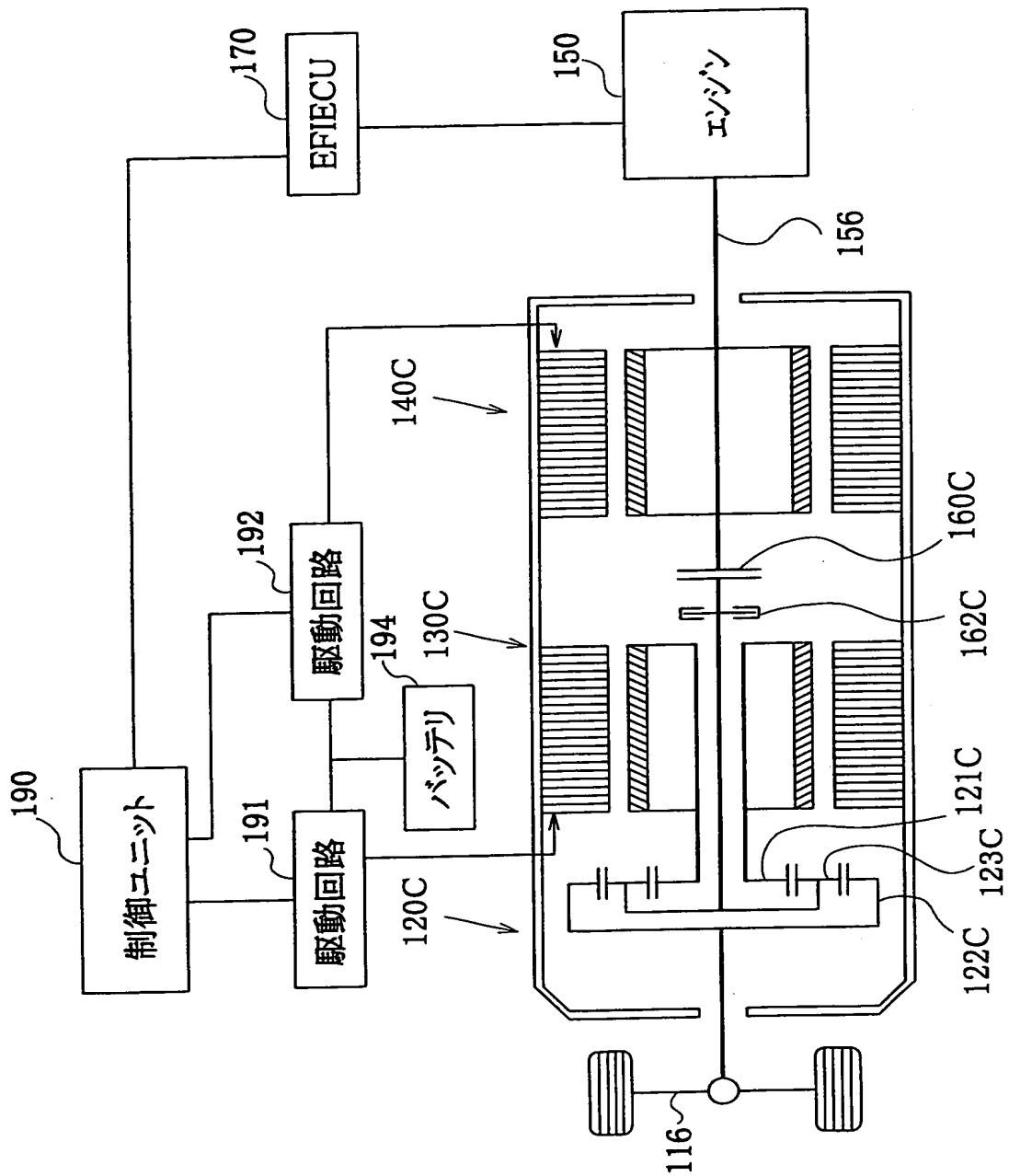
【図 20】



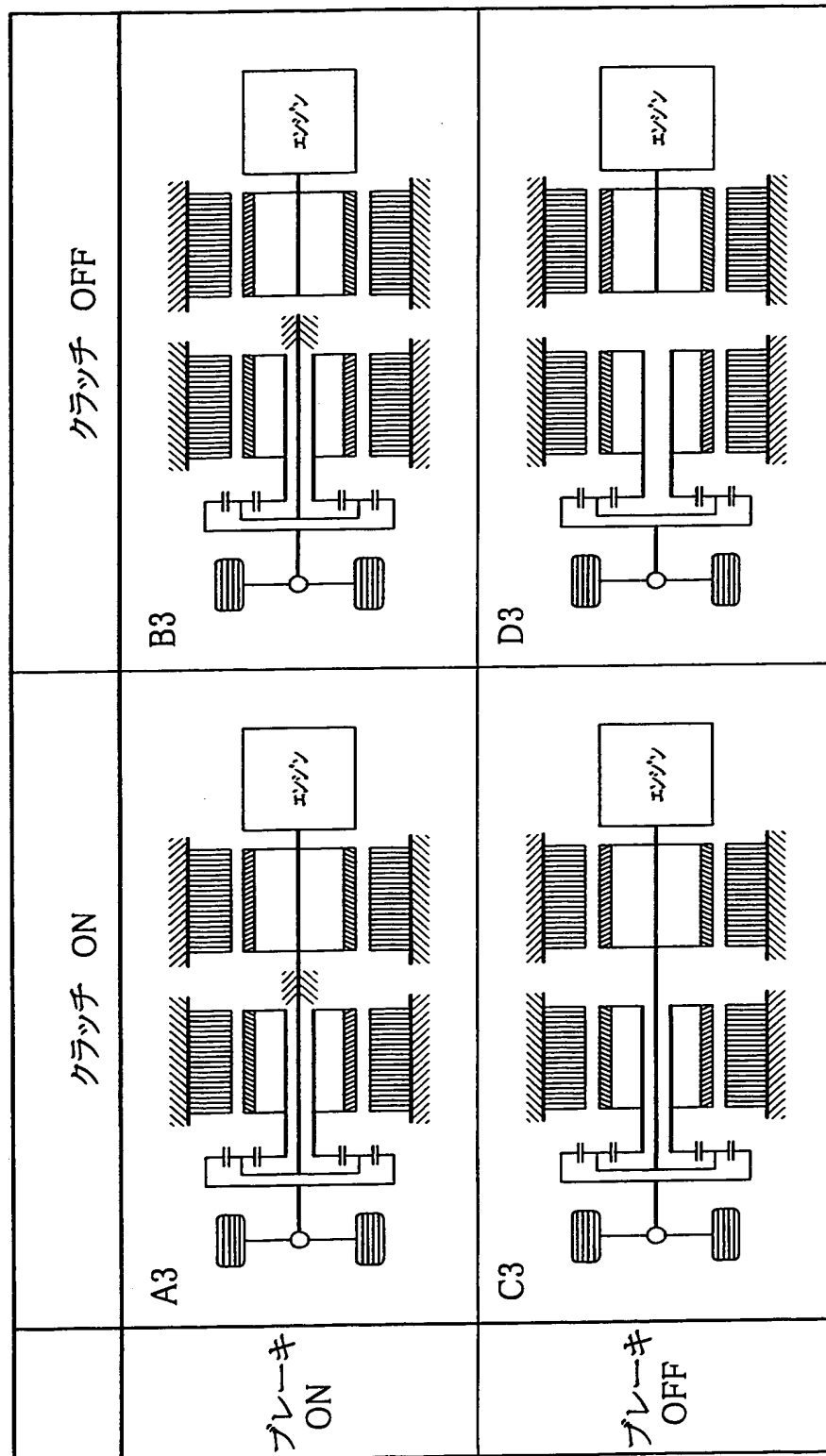
【図 21】



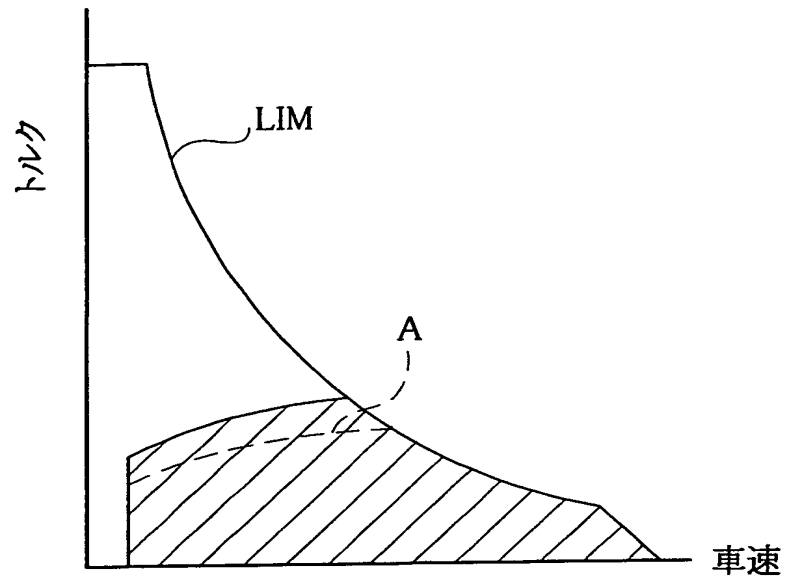
【図 2 2】



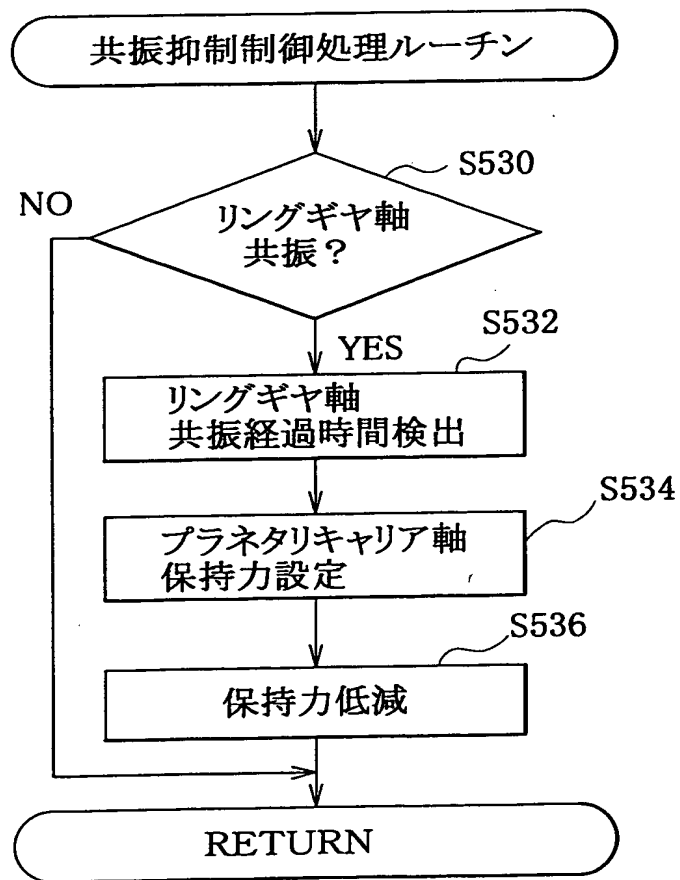
【図 2 3】



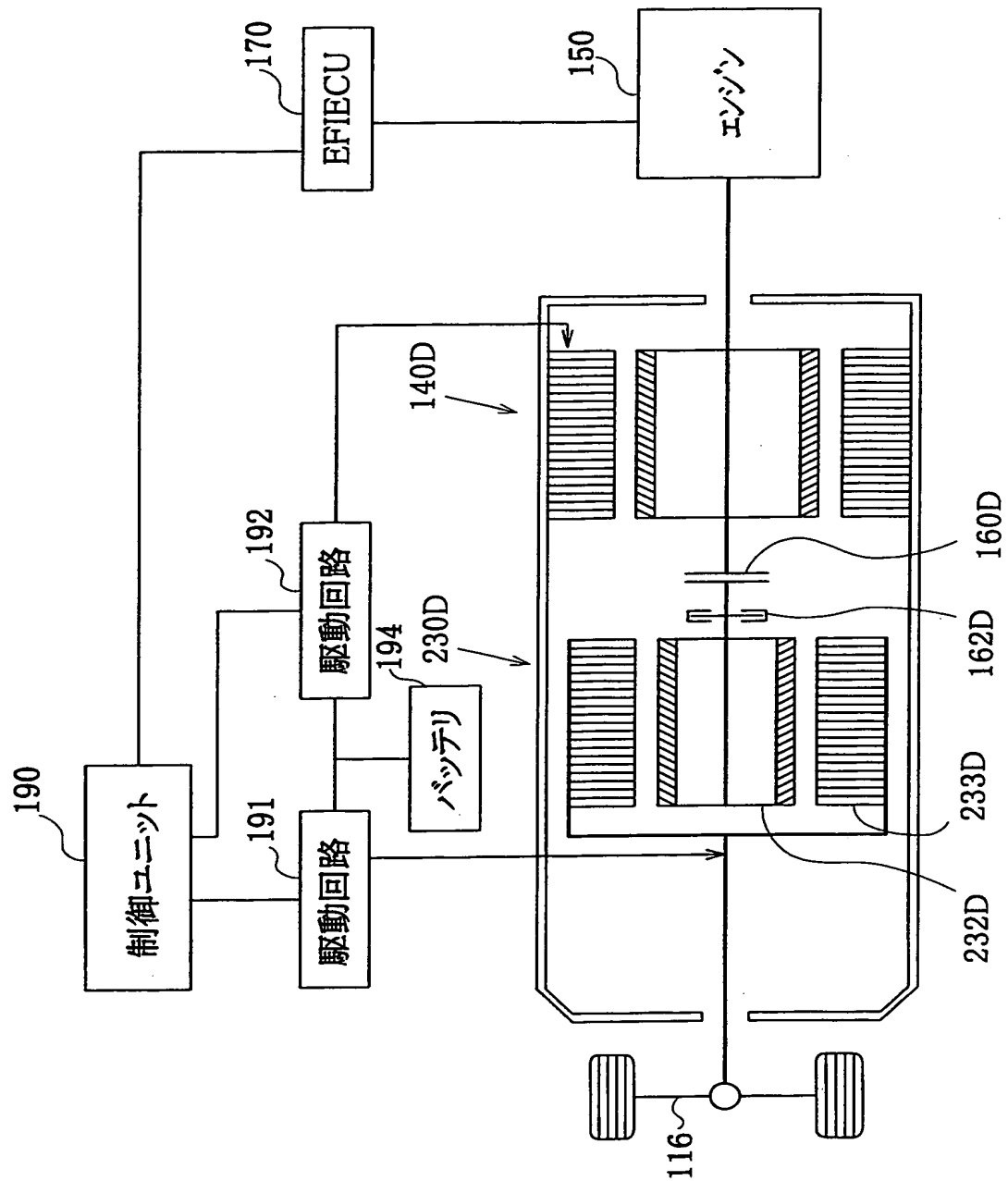
【図 24】



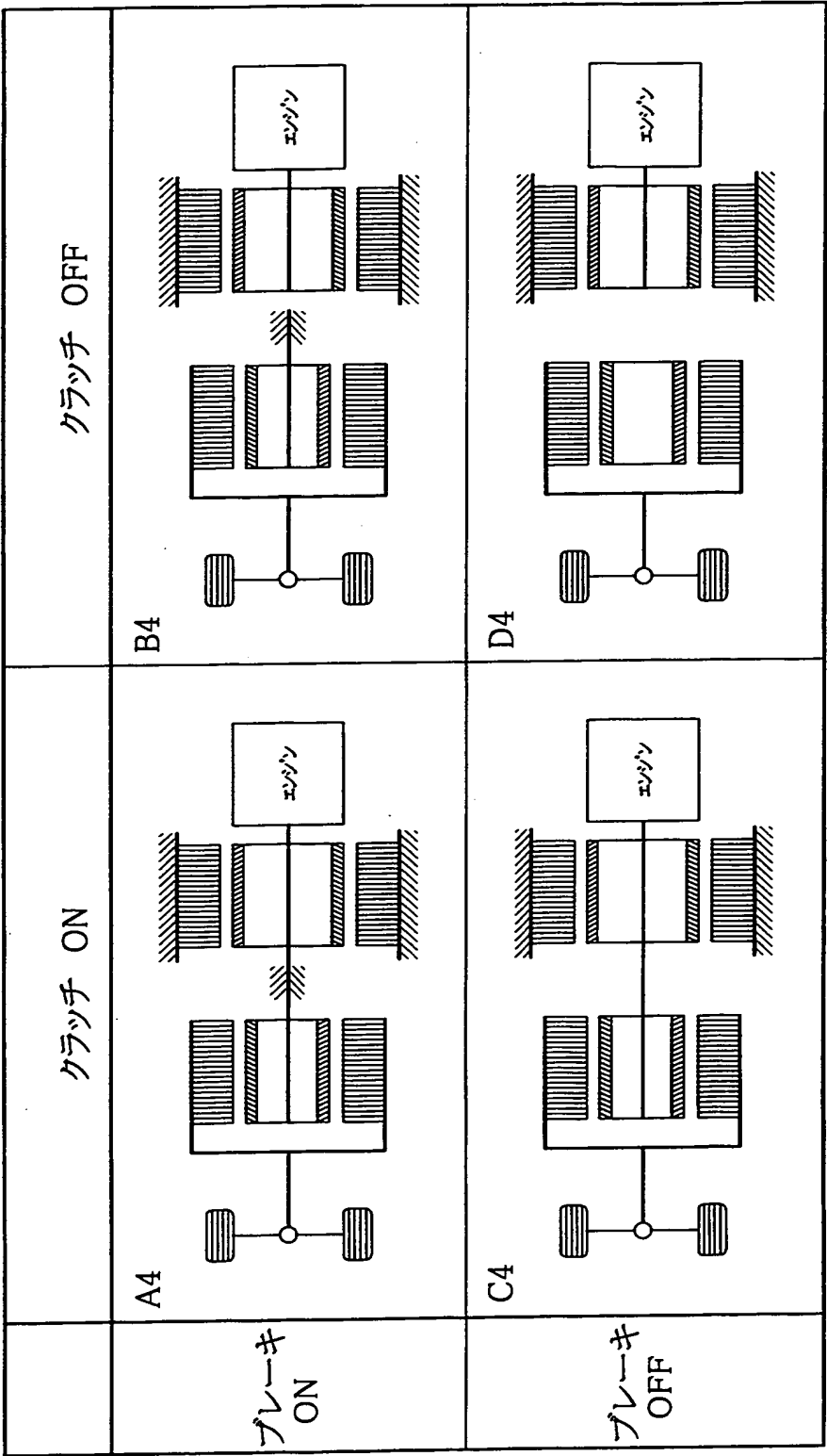
【図 25】



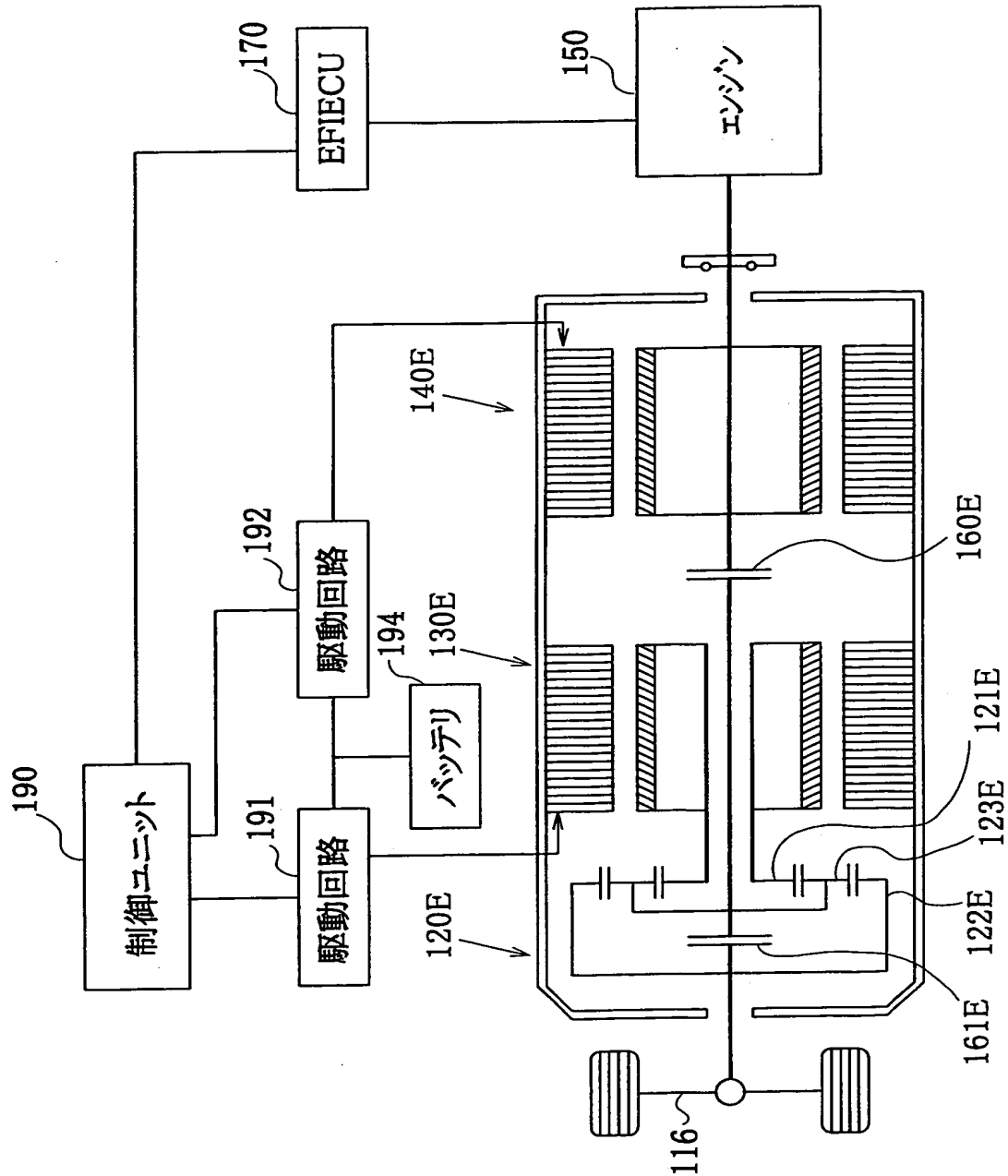
【図 2 6】



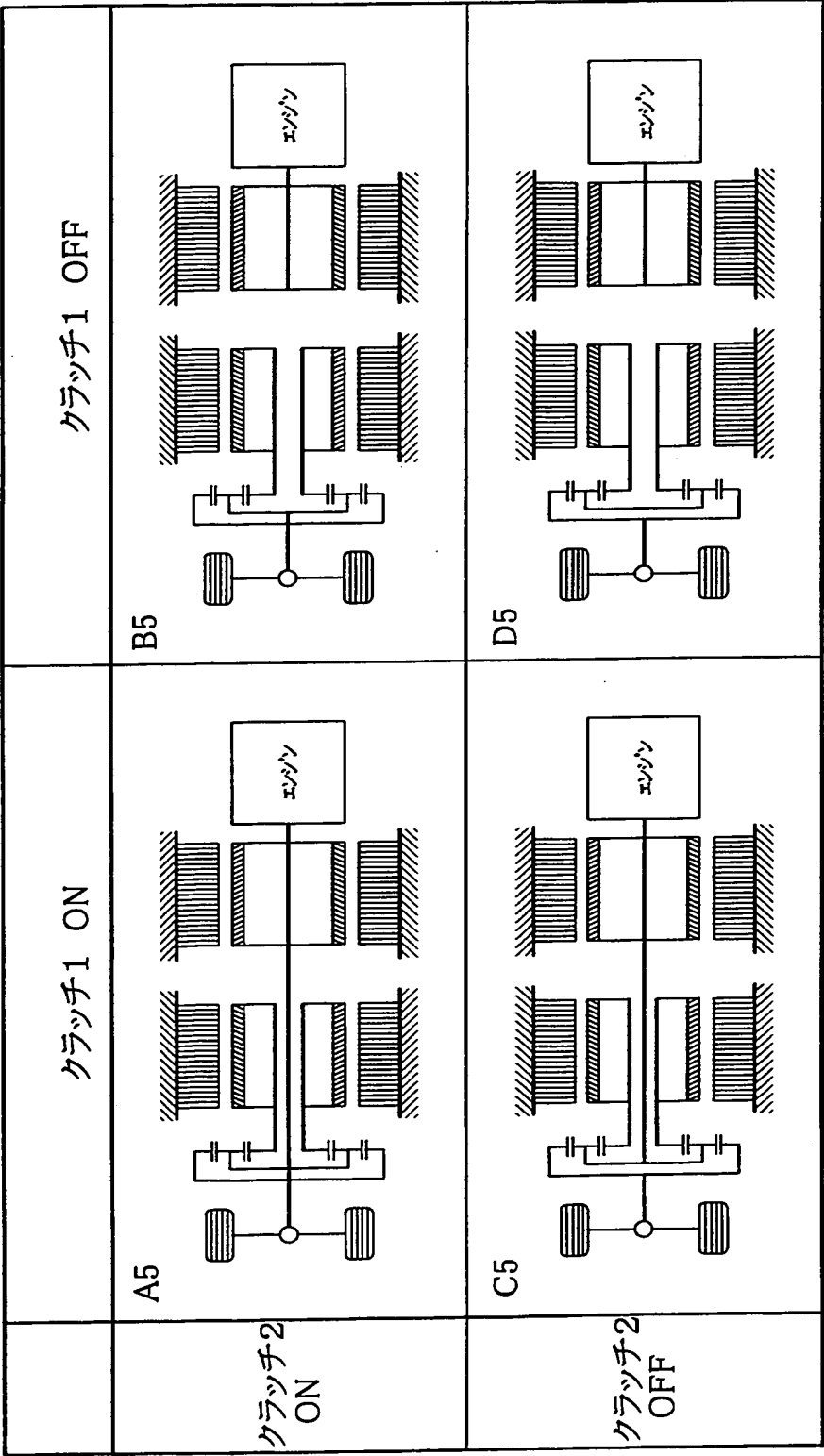
【図 27】



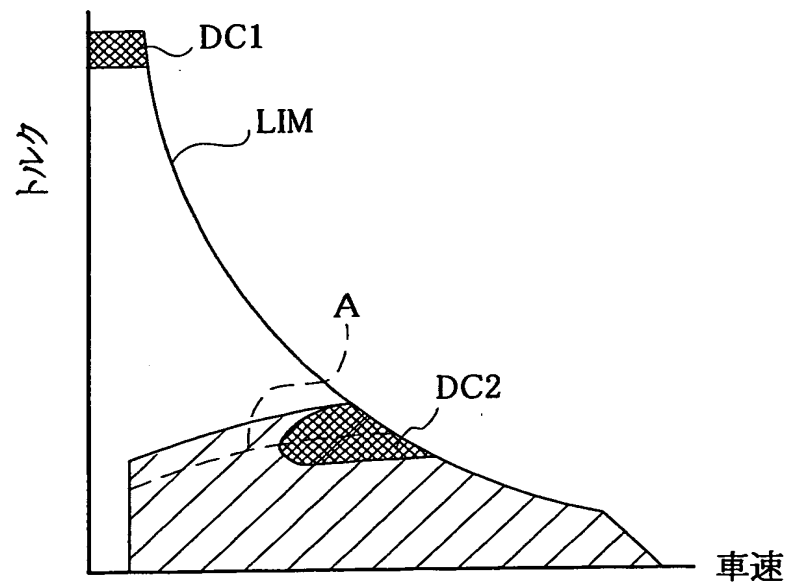
【図 2 8】



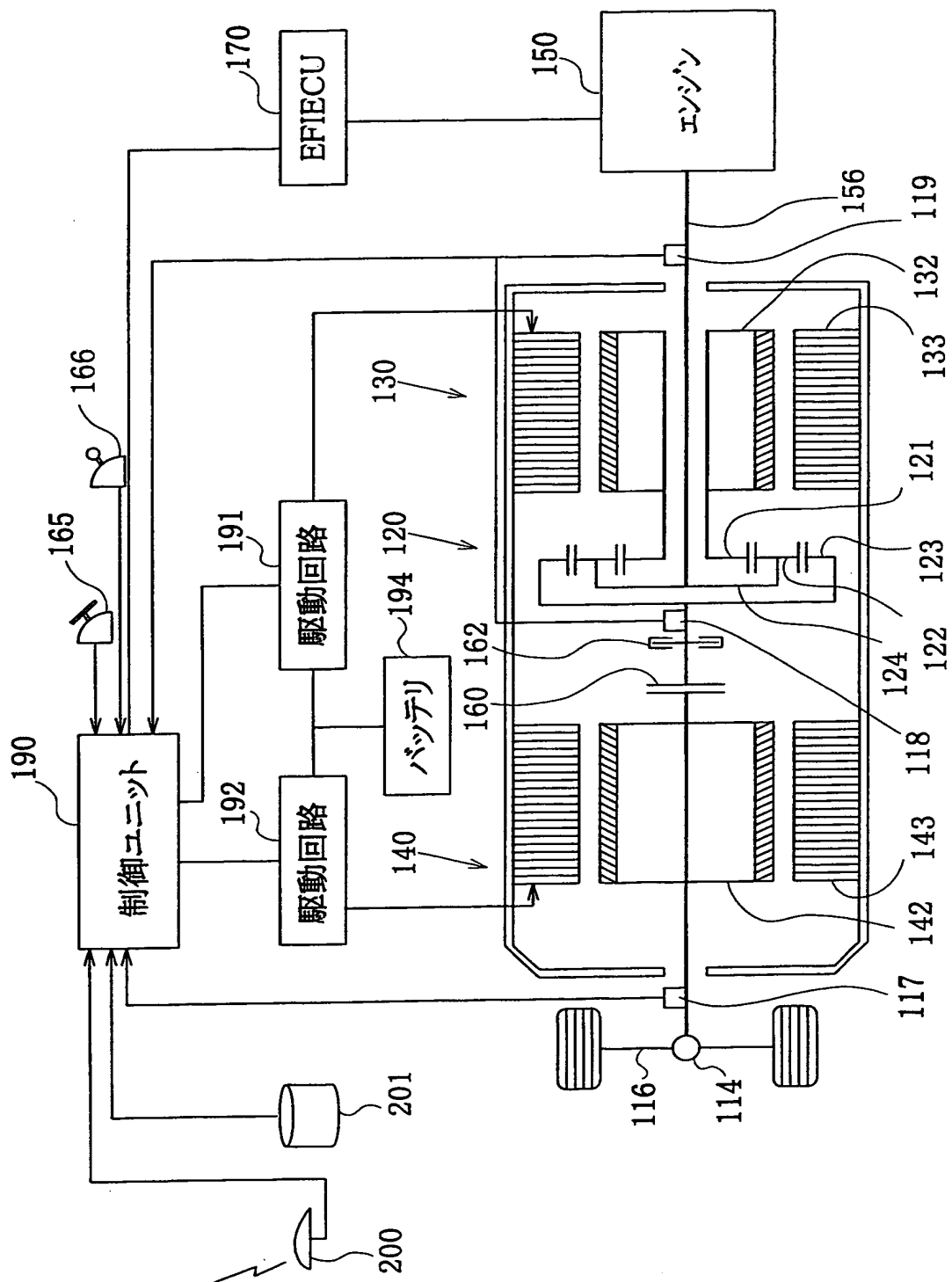
【図 2 9】



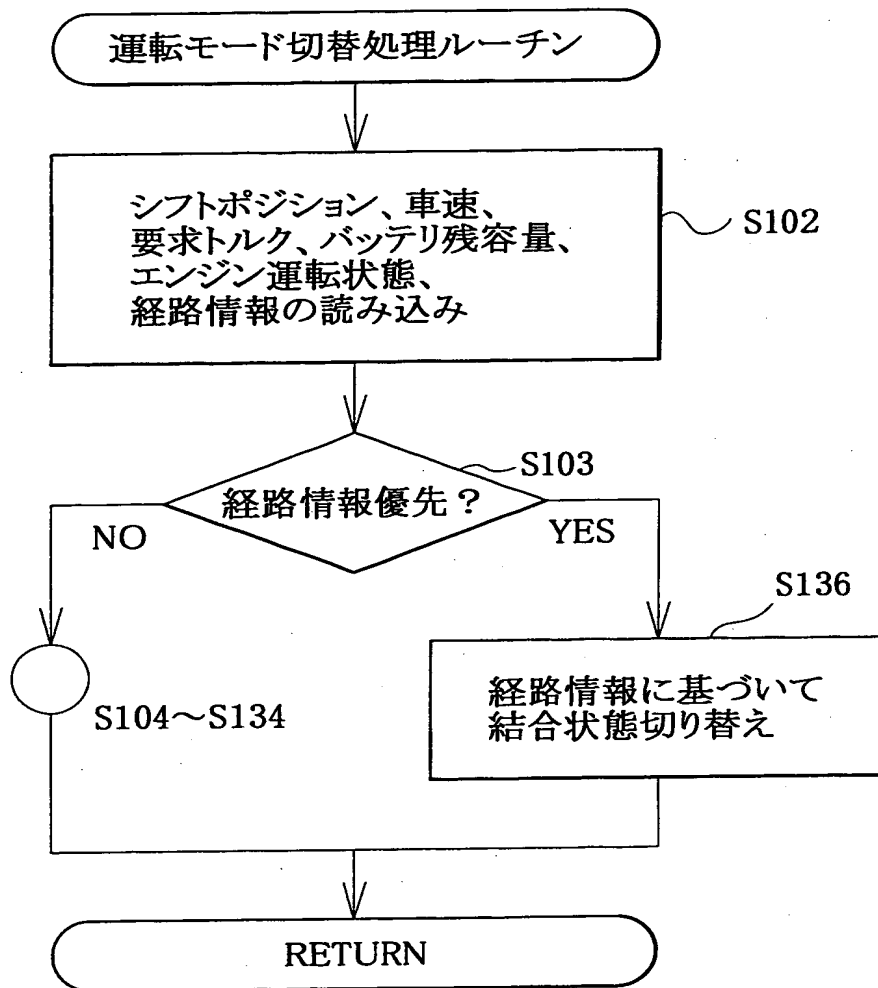
【図 3 0】



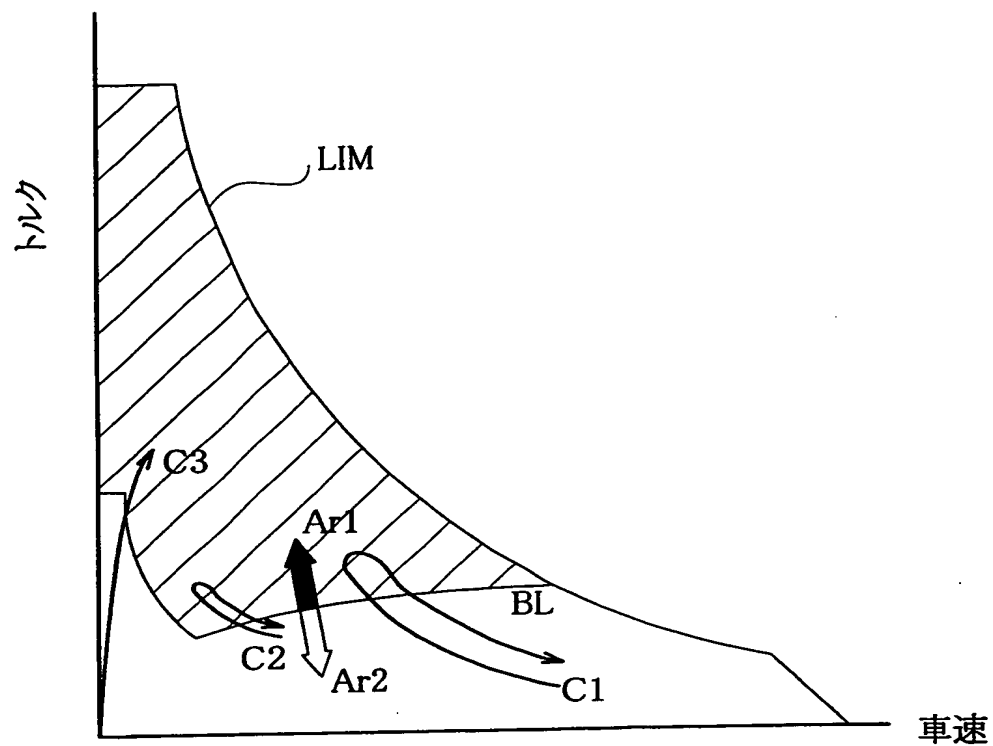
【図 31】



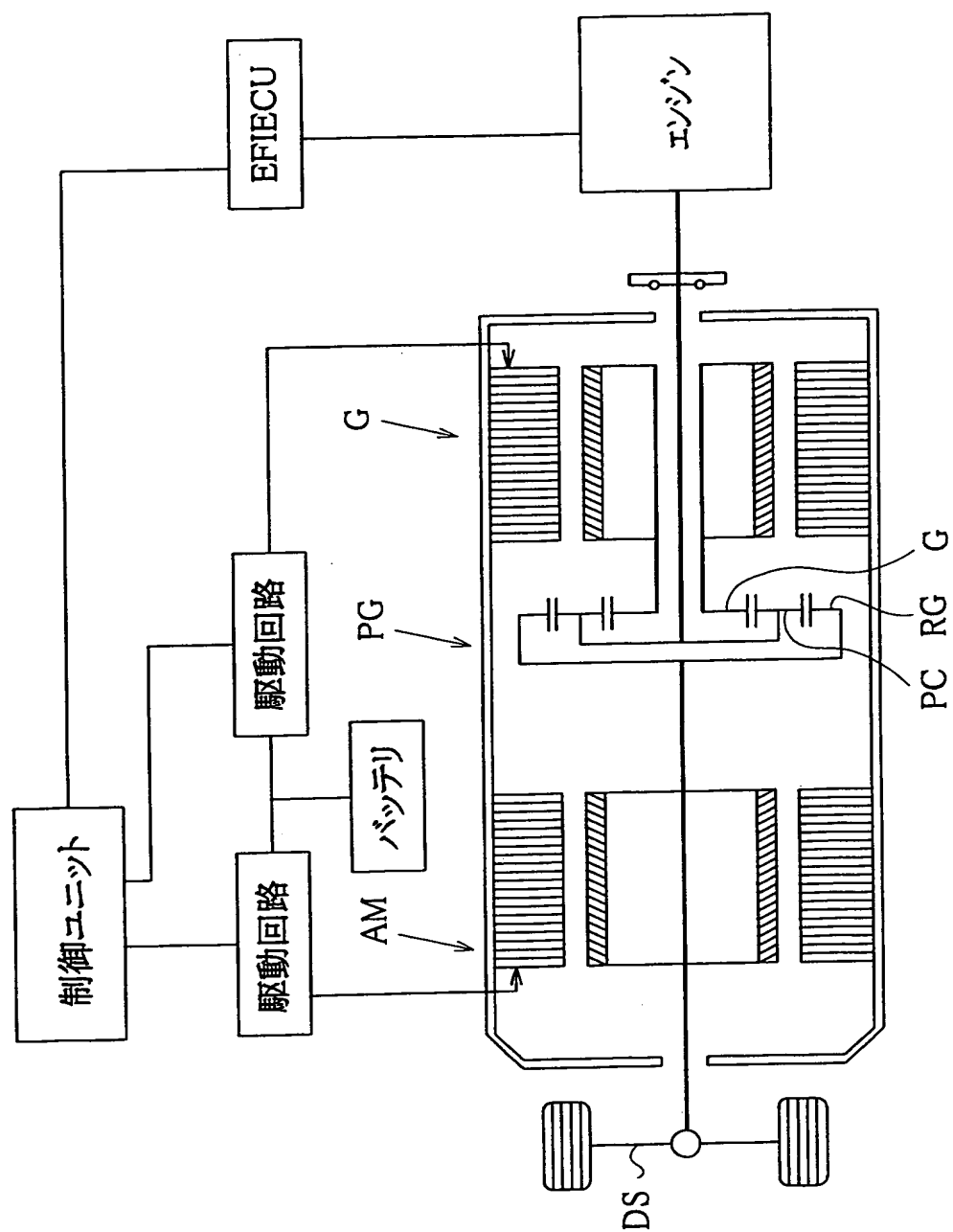
【図 3 2】



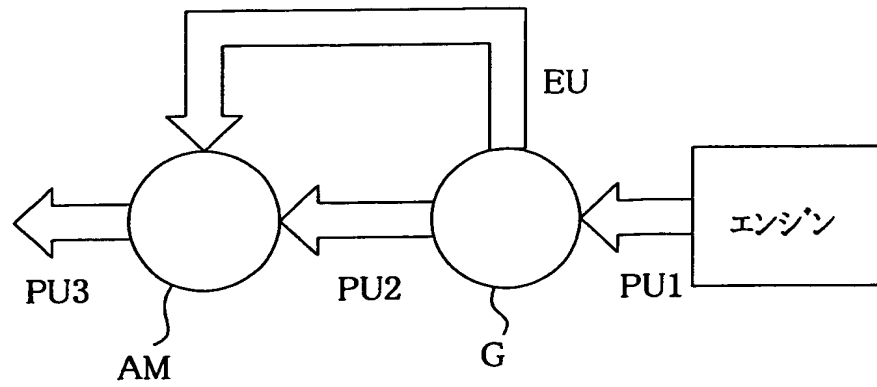
【図 33】



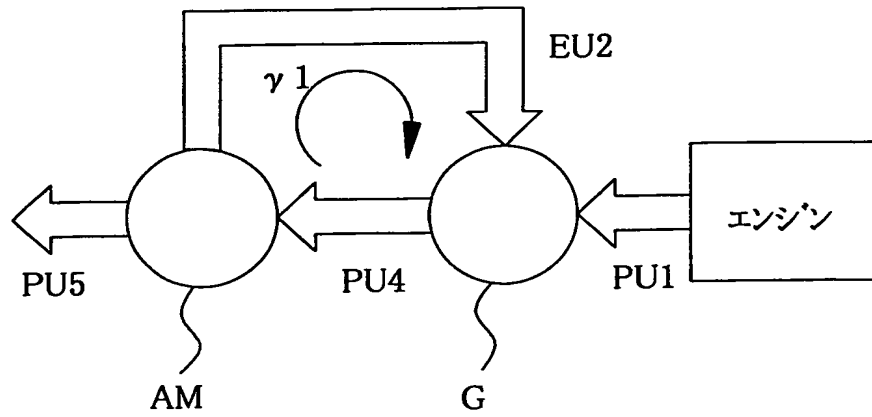
【図 3 4】



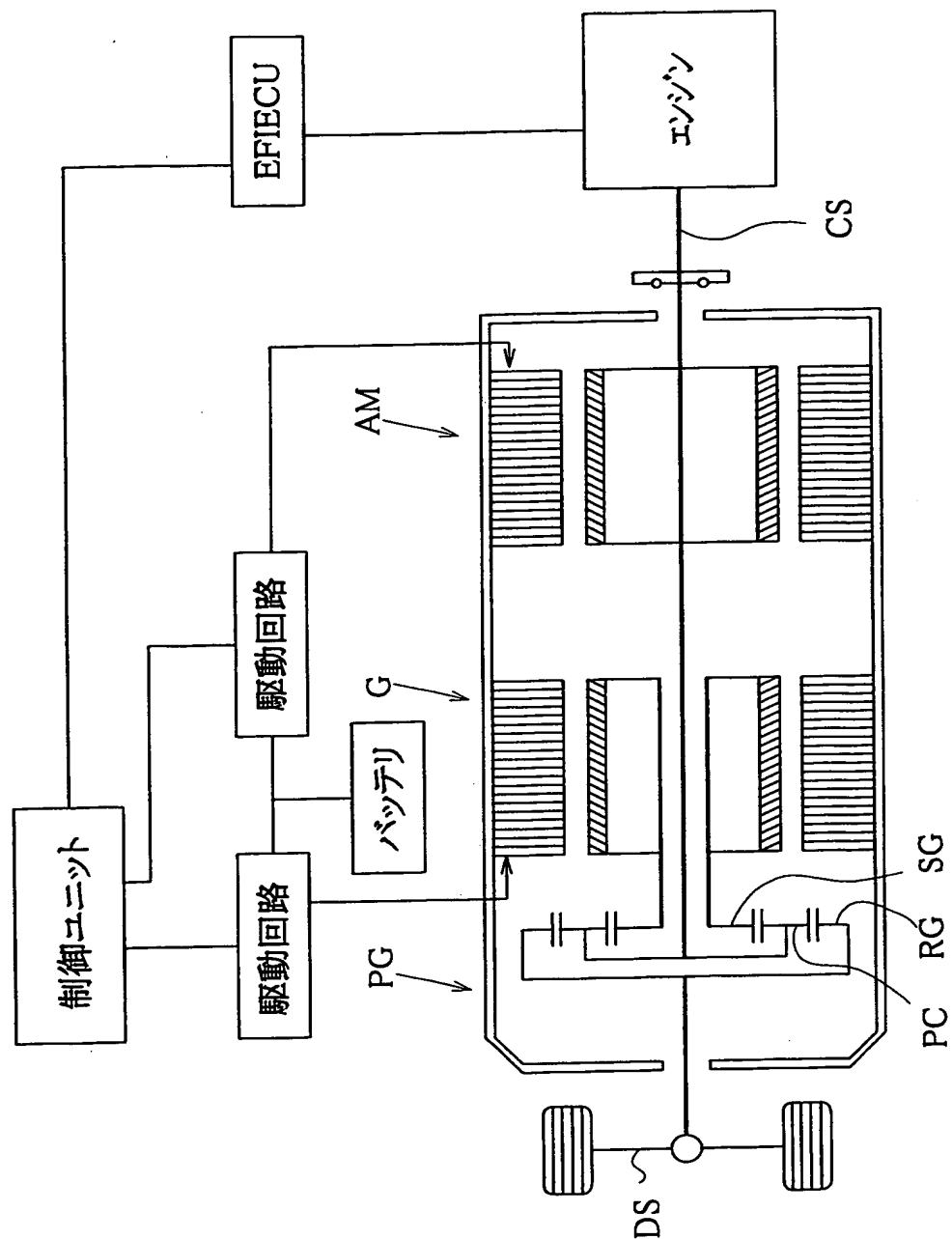
【図 3 5】



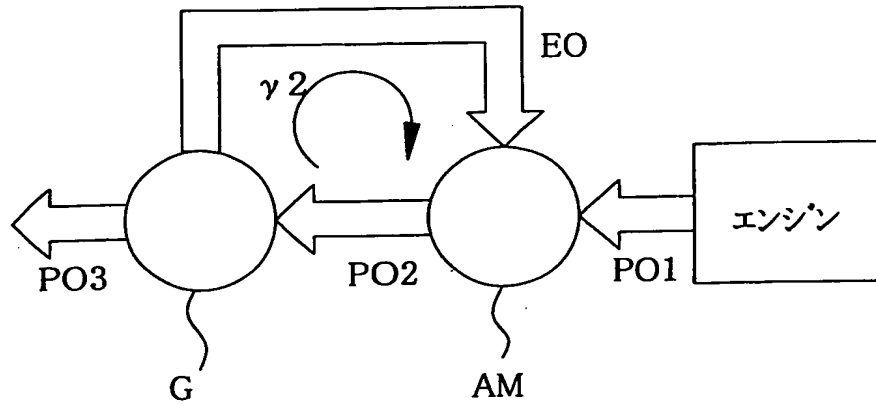
【図 3 6】



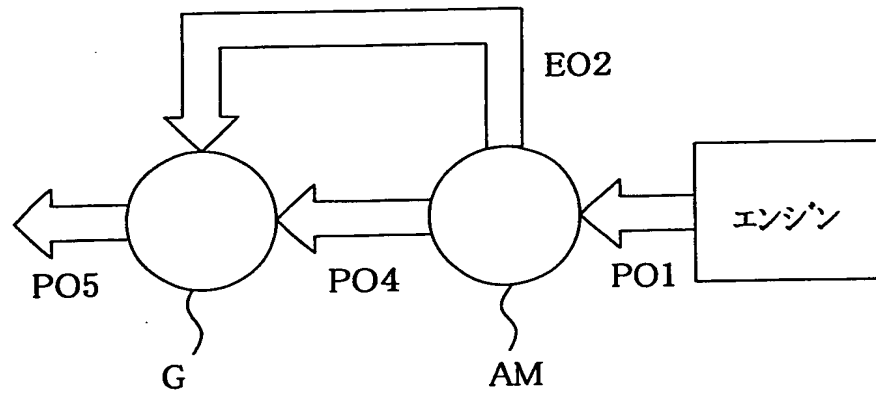
【図 3 7】



【図 38】



【図 39】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 パラレルハイブリッドとシリーズハイブリッドとに切り替え可能なハイブリッド車両を提供する。

【解決手段】 プラネタリギヤ 120 のプラネタリキャリア 123 にエンジン 150、サンギヤ 121 にモータ 130、リングギヤ 122 にモータ 140 および車軸 116 を結合する。プラネタリギヤ 120 とモータ 140 の間にクラッチ 160 を設け、両者の切り離しおよび結合を可能とする。また、クラッチ 160 を切り離した時にリングギヤ 122 を固定するブレーキ 162 を設ける。クラッチ 160 を結合すればパラレルハイブリッド車両の構成が実現される。クラッチ 160 を切り離し、ブレーキ 162 でリングギヤ 122 を固定すればシリーズハイブリッド車両の構成が実現される。車両の走行状態に応じてモードの切り替えを行うことにより、それぞれのモードの利点を活かした走行を行うことができる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003207]

1. 変更年月日 1990年 8月27日
[変更理由] 新規登録
住 所 愛知県豊田市トヨタ町1番地
氏 名 トヨタ自動車株式会社

THIS PAGE BLANK (USPTO)